Legendă şi adevăr în istoria ştiinţei, drumul sinuos şi dificil al cunoaşterii, episoade şi întîmplări semnificative, captivante, uneori amuzante din viaţa şi activitatea unor personalităţi de seamă: Galilei, Newton, Kepler, Arhimede, Lavoisier, Dalton, Mendeleev, Hulubei, Planck, de Broglie, Darwin, Mendel, Pasteur, Babeş, Fleming, Watt, Davy, Marconi, Bell, Coandă — constituie tematica acestei interesante lucrări.

colecţia cristal

Lei 15

DESCOPERIRI ŞTIINŢIFICE – LEGENDĂ ŞI ADEVĂR

MIHAI POPESCU
VIRGIL SPULBER

MIHAI POPESCU • VIRGIL SPULBER

colecţia cristal

DESCOPERIRI ŞTIINŢIFICE – LEGENDĂ ŞI ADEVĂR

EDITURA ALBATROS

INTRODUCERE SAU DE CE AM SCRIS ACEASTĂ CARTE ȘI NU ALTA

Despre știință s-au scris și se vor mai scrie multe rînduri.

Într-o anumită ordine de idei, știința stă la baza a tot ce a înfăptuit conștient omenirea. Civilizația de astăzi ar fi avut probabil o altă înfățișare fără aportul activității științifice de mai bine de 2000 de ani. Cunoașterea științifică a lumii s-a dezvoltat treptat, prin pași mărunți și prin pași de uriaș.

De-a lungul vremii s-au succedat nenumărate descoperiri științifice. Pe multe le-a consemnat istoria culturală a omenirii, dar și mai multe au rămas neînregistrate, colbul uitării acoperindu-le pe vecie. La zestrea culturală a omenirii au contribuit foarte mulți anonimi. Cele mai multe dintre faptele științifice sînt observații și înregistrări de rutină, cuprinse în rapoarte de cercetare, în referate și mărunte comunicări, ele avînd totuși importanța lor.

În ce condiții o descoperire poate fi considerată importantă? Cum au apărut marile descoperiri? Care este mecanismul intim al actului descoperirii? Sînt întrebări ambițioase, la care de-a lungul anilor interpreți ai istoriei științei au încercat să dea un răspuns, pornind de la anatomia unor descoperiri, considerate de mare valoare pentru omenire. Întrebări ambițioase, la care și cartea de față va încerca să sugereze unele răspunsuri parțiale, pe baza unui mănunchi de istorioare mai mult sau mai puțin reprezentative.

Nu totdeauna și nu de la început o descoperire epocală a fost considerată ca atare. Uneori descoperirea era desconsiderată sau neînțeleasă, alteori era uitată, iar autorul ei murea dezamăgit.

Așadar, există o cale pentru a validа importanța unei descoperiri științifice? Sigur că da. Nu rareori tocmai

lumea științifică are în vedere o descoperire de anvergură: descoperirea plutește în aer, este așteptată, mulți o caută, se apropie de ea, dar numai unul (sau unii) o găsește efectiv și este încununat cu laurii victoriei. Este cazul teoriei relativității, al stabilirii modelului atomic și al celui nuclear, al descoperirii quarcurilor, dacă ar fi să pomenim numai unele dintre descoperirile mai recente din fizică. În alte cazuri, poate în cele mai multe, importanța unei descoperiri este cîntărită prin impactul ei asupra stării economice a societății, prin beneficiul pe care îl aduce unui mare număr de oameni. Este cazul transmisiei informației la distanță, a transportului modern, a energiei electrice și cîte altele, fructe maturizate ale unor descoperiri epocale, pur științifice. Un beneficiu de seamă este bineînțeles cel cultural. Omenirea își ridică gradul de înțelegere a naturii din care face parte și, cunoscînd-o mai bine, învață s-o prețuiască mai mult și să-și amelioreze atitudinea față de natura în care omul trebuie să se integreze.

Aportul la cunoaștere al științelor așa-zise fundamentale este, fără discuție, considerabil. Ele aduc însă și beneficii directe, aplicații, care se realizează de regulă cu întîrziere de zeci de ani. Și, de cele mai multe ori, efectele economice sînt majore. Cîteva exemple vorbesc de la sine. Principiile rezonanței magnetice nucleare (RMN) au fost descoperite de fizicieni în 1940, dar comercializarea aparatelor tomografice în medicină (cu care se poate „vedea“ felie cu felie orice porțiune a organismului uman) a început abia în 1970. Progresul uluitor al aplicației tomografierii trebuie legat de dezvoltarea calculatoarelor electronice rapide, conectate direct. Deci o descoperire fundamentală (RMN) a așteptat o altă descoperire (calculatorul electronic), pentru ca, o dată ajunse la maturitate, împreună, să ducă la invenția tomografului. Uneori rezolvarea unei probleme fundamentale într-un domeniu se dovedește a avea implicații într-un domeniu cu totul diferit. Astfel, un aparat destinat selectării și concentrării luminii extrem de slabe, emisă de particulele elementare care trec printr-un anumit mediu (efect Cerenkov, descoperit în 1934), a fost aplicat recent la colectarea energiei solare. Pe urmă, metodele matematice de rezolvare a unor ecuații importante în domeniul particulelor elementare au găsit

aplicare în descrierea propagării undelor de densitate în oceane (deci în oceanografie) precum și în explorarea zăcămintelor de petrol (la urmărirea liniei probabile de percolație — de pătrundere) într-o zonă dată a scoarței terestre. O poveste cu tîlc este cea a inventării tranzistorului. Scopul tehnologic al activității care a dus la descoperirea tranzistorului, în 1947, fusese cel de a fabrica elemente active de circuit, în stare solidă, dar pentru succesul acestui efort a fost esențială aplicarea mecanicii cuantice, de către Alan H. Wilson, la explicarea structurii de benzi de energie a semiconductorilor. Walter H. Brattain (laureat al Premiului Nobel), de la Bell Telephone Laboratory, scria: „Tranzistorul a venit, deoarece cunoașterea fundamentală se dezvoltase la un stadiu la care cunoașterea umană a putut înțelege fenomenele care fuseseră observate de multă vreme“. Prin urmare, saltul în domeniul electronicii s-a produs mai curînd din munca dedicată înțelegerii fenomenelor fizice fundamentale, decît din munca de producere a unui dispozitiv util.

Legendele, care sînt încercări de a explica evenimente, fapte, fenomene sau care evocă isprăvi neobișnuite ale unor eroi atestați sau nu de către documente, au circulat și în legătură cu savanții și descoperirile lor științifice. Uneori ele sînt simple scorneli, dar de cele mai multe ori conțin un sîmbure de adevăr sau chiar adevărul în cvasitotalitatea lui. Legendele sînt frumoase, ele înaripează sufletul cu izul lor fantastic și romantic, dar, mai presus de toate, sînt prețioase, fiindcă în ele se cuibărește adevărul, ele sînt oglinda fidelă a realității obiective în gîndire, dau cotidianului perenitate, ancorează un fapt istoric în mediul său original. Tocmai acest aspect al legendelor marilor descoperiri științifice ne interesează în cartea de față. Am încercat să scoatem în evidență în ce măsură legendele, cîte și cum au fost țesute, țineau de realitatea concretă.

Pentru autentificarea științifică este nevoie ca legenda să fie dezbrăcată de aura sa de inedit, de ciudat, de ieșit din comun, de nemaiîntîlnit, de formidabil, dar fără a atenta, pe cît posibil, la savoarea ei inițială. Pentru multă lume redarea adevărului din legendă aduce surprize. Astfel, mulți oameni află azi cu surprindere că, mult înaintea de Magellan, gînditorii descoperiseră, prin deducție, că Pămîntul este sferic. În secolul al II-lea î.e.n. Eratostene

a efectuat prima măsurătoare a circumferinței Terrei, în ipoteza că Pămîntul este rotund. Legenda lui Magellan este însă atît de înrădăcinată în conștiința oamenilor, încît adevărul rămîne de necrezut. Un alt exemplu: vechii indieni dăduseră o valoare pentru dimensiunea celei mai mici particule a materiei; tradusă în limbajul zilelor noastre, ea ar fi fost de vreo 15 Å, foarte aproape de ceea ce se știe astăzi (diametrul unui atom este de circa 1—7 Å). Este surprinzător, desigur! Pe de altă parte, însăși dezvoltarea explozivă a unor evenimente științifice apare ca o surpriză de mîna întîi. Dar o examinare mai atentă (din partea specialistului) relevă suficiente fapte și o enormă muncă de cercetare, în care se poate descifra drumul către descoperire. Cînd a fost dovedită natura structurilor atomice, la începutul secolului nostru, rezultatele au fost surprinzătoare pentru neinițiați, dar nu și pentru cei angajați activ în acest domeniu de cercetare. Din această cauză, puține au fost vocile care s-au ridicat împotriva interpretărilor atomice ale lui J. J. Thomson, N. Bohr, E. Rutherford.

Știința și oamenii de știință au legendele lor. Pe cîteva dintre ele le vom nota și în prezenta carte, încercînd să arătăm, în același timp, că drumul spre descoperire este greu și lung și că de multe ori greșim cînd trecem cu vederea atît sacrificiile omului, cît și contribuția generațiilor de gînditori care i-au precedat pe cei care au făcut descoperirea. Iar dacă posteritatea se înșeală uneori în ceea ce privește aprecierea celor care au contribuit esențial la progresul umanității, este drept să recunoaștem acest lucru, restabilind adevărul, ca un legat pentru viitorime.

Un fapt interesant în istoria științei îl constituie neacceptarea unor descoperiri însemnate, din cauza neînțelegerii de către contemporani a bagajului de idei pe care îl conține descoperirea. Spre exemplu, referindu-se la teoria relativității generalizate, a lui Einstein, în care una dintre ideile de bază este aceea că gravitația produce o curbură invizibilă a spațiului, datorată prezenței materiei, marele fizician V. Weisskopf spunea că nu înțelege despre ce este vorba: „Mă simt, zicea el, ca țăranul care-l întrebase, mai demult, pe un inginer cum funcționează mașina cu aburi. Inginerul îi explicase exact și detaliat cum se

mișcă vaporii prin mașină, cum toate părțile mașinii se mișcă etc. Cînd inginerul a terminat, țăranul a exclamat: «Înțeleg totul. Dar unde-i calul?»".

În epoca noastră unul dintre aspectele esențiale ale dezvoltării științei constă în implicarea socială a omului de știință, a descoperitorului. Dacă în vechime oamenii de știință, acei „filozofi ai naturii", erau considerați (iar unii chiar erau) niște excentrici, niște singuratici, acum ei nu mai pot lucra singuri și nici nu pot sta deoparte, nu mai pot fi indiferenți față de consecințele descoperirilor lor. Ei nu mai pot lucra singuri, pentru că aparatura de lucru în știință devine foarte complexă. Astfel, în fizica particulelor elementare, descoperirea a noi particule implică folosirea unor mașini gigantice: acceleratoare circulare, care pot ajunge la diametre de 2—3 km. De aceea, nu rareori articolele de specialitate care anunță descoperirea unei noi particule sînt semnate de vreo sută de coautori. Savanții nu mai pot sta retrași, fiindcă istoria a dovedit cît de profunde sînt consecințele indiferenței față de urmările propriei activități de creație științifică.

Societatea actuală trăiește peste nivelul mijloacelor pe care le are acum la dispoziție. Bazată pe rezervele de combustibili fosili, epuizabile, progresul societății ipotechează în mod necesar rezervele de care va avea nevoie în viitor. În multe părți ale lumii societatea este pe punctul de a distruge echilibrul ecologic. Pe lîngă faptul că pune în pericol existența altor specii, specia umană riscă să se autodistrugă, așa cum un microb se autodistruge după ce a distrus tot organismul care l-a întreținut. De aceea, astăzi se conturează tendințe clare, conștiente ale creației științifice: ameliorarea calității mediului, folosirea judicioasă a resurselor, eliminarea spectrului distrugerii nucleare și combaterea pe toate căile a tendințelor belicoase, găsirea de surse curate, ieftine de energie.

În dezvoltarea sa accelerată știința ar putea tinde să devină o forță oarbă. Pentru a preveni acest fapt este nevoie de un tip nou de savant, dotat cu conștiință socială. Erwin Chargaff scria în această privință: „. . . savanții care se declară nevinovați de consecințele dezastruoase ale propriilor descoperiri ar trebui să fie concediați pentru incompetență". În realitate, societatea are nevoie de

oameni adevăraţi, nu de ucenici vrăjitori, fiind necesară aderarea savanţilor la un cod moral. Ei n-ar trebui să se teamă de problemele etice şi nici să evite pătrunderea la parterul filozofiei. Grecii antici nu cunoşteau nici o barieră între ştiinţă şi filozofie. Cum să studiezi azi evoluţia speciilor, fără a te întreba despre finalitatea prezenţei omului pe Pămînt, fără a pune întrebări fundamentale asupra destinului speciei noastre?

Întreaga societate trebuie să se intereseze azi de problemele ridicate de ştiinţă şi de soluţiile pe care le propune ea. Parafrazîndu-l pe Clémenceau, am putea spune: ştiinţa a devenit prea importantă pentru a fi lăsată numai pe seama savanţilor.

Încît popularizarea descoperirilor ştiinţifice este foarte necesară, deoarece cu cît mai multă lume înţelege elementele de care este nevoie pentru integrarea activităţii ştiinţifice în funcţionarea armonioasă a societăţii, cu atît se poate produce mai repede progresul social. Aşa că este foarte bine ca rezultatele şi evoluţia ideilor ştiinţifice, mai pe scurt cultura ştiinţifică şi tehnică, să fie accesibile tuturor.

Această carte doreşte să fie o piatră la temelia acestui proces, preluînd din experienţa înaintaşilor noştri şi invitînd la studiu, la cercetare.

Ce înseamnă însă a face ştiinţă sau, în particular, a face o descoperire ştiinţifică? A lua contact, a face cunoştinţă cu ceva nu este acelaşi lucru cu a înţelege acel ceva. Toată lumea ştie că orice corp ridicat deasupra Pămîntului cade înapoi pe Pămînt, dacă anumite forţe nu îl fac să plutească. Dar a înţelege de ce cad corpurile este o cu totul altă problemă. Chiar Newton admitea că nu înţelesese niciodată ce este gravitaţia. El scria: „Este de neconceput ca materia brută, neanimată, fără medierea a ceva care nu este material să acţioneze asupra altei materii şi s-o afecteze, fără contact reciproc. Faptul că gravitaţia este intrinsecă, inerentă şi esenţială pentru materie, astfel încît un corp să poată acţiona asupra altui corp la distanţă, este pentru mine o observaţie atît de importantă, încît cred că nici un om, care are o capacitate competentă de judecată în filozofia naturii, nu ar putea vreodată să o creadă".

Pe de o parte, a înţelege înseamnă a revela adevărata natură a lucrurilor şi a fenomenelor. Pe de alta, înţelegerea merge dincolo de luarea de cunoştinţă, de contact cu ceva, prin aceea că ea cere un anumit grad de acceptare. A spune cineva că „înţelege" ceva implică un punct de vedere simpatetic (în sensul de emoţional). În realitate, evoluţia unei specii nu era înţeleasă mai bine de un adept al creştinismului, decît erau înţelese orbitele eliptice de către Copernic. Ceea ce oamenii consideră că este de la sine evident sau absurd este adesea o chestiune de credinţă, nu de înţelegere. Sir Arthur Eddington (astronom englez) spunea la începutul secolului nostru că este absurd să se creadă că viteza luminii ar putea fi infinită, după cum ar fi absurd să se creadă că este albastră sau hexagonală. Dar (aici intervenim noi) pînă în secolul al XVII-lea aproape oricine considera infinitatea vitezei luminii ca pe ceva evident. În general, lumea încearcă să înţeleagă lucrurile în termenii unor analogii cu care este obişnuită. Dar analogiile măsoară numai nişte asemănări, de obicei aproximative, iar adevărurile obţinute sînt parţiale (este adevărat, analogia a jucat şi joacă un rol important ca instrument al descoperirii ştiinţifice).

Aşa cum o construcţie se clădeşte cărămidă cu cărămidă, tot aşa şi ştiinţa se dezvoltă pas cu pas. Un studiu atent arată că la apariţia unei mari descoperiri, prin care de obicei se evidenţiază o personalitate însemnată, domeniul respectiv al ştiinţei înregistrase deja o sumedenie de paşi mărunţi, care pregătiseră marele salt. În acest sens, Ernest Rutherford spunea: „Pare în firea lucrurilor ca unii oameni să facă brusc o descoperire ieşită din comun; însă realitatea e alta: ştiinţa înaintează pas cu pas, iar succesul fiecărui descoperitor depinde de munca predecesorilor lui". Oamenii de ştiinţă nu depind de ideile unui singur om, ci de înţelepciunea combinată a mii şi mii de oameni, adesea în majoritate necunoscuţi. Aşa cum vom vedea şi din cuprinsul cărţii, Newton însuşi susţinea că se sprijină „pe umerii unor giganţi". Pentru a ne da seama de filiaţia multora dintre descoperirile moderne, este suficient să facem o singură incursiune în vechime şi să observăm, de pildă, că Tales din Milet, care este considerat ca unul dintre cei şapte înţelepţi ai Greciei antice, a prezis eclipsa de Soare din anul 585 î.e.n.,

a folosit noțiunea de reflex condiționat și a exprimat ideea de economie (în sensul de totalitatea relațiilor sociale de producție, existente într-o anumită orînduire socială).

Este desigur posibil ca anumite idei, noțiuni să fi fost redescoperite de savanți, fără ca ei să cunoască ce făcuseră predecesorii lor. Dar cunoștințele se transmit din generație în generație, chiar dacă nu se dau totdeauna și sursele acelor cunoștințe.

Galileo Galilei, care este considerat creatorul științei moderne, se sprijinea pe contribuția de pînă la el a multor gînditori. Fără discuție, el a pus ordine în idei, a formulat idei revoluționare, a avansat idei care nu mai fuseseră puse în discuție și și-a devansat contemporanii. Poate că și lupta pe care și-a propus s-o dea cu multe dintre prejudecățile științei timpului, care proveneau în cea mai mare parte de la Aristotel, i-a ascuțit spiritul critic și spiritul inventiv. Însă Galilei n-a apărut din senin.

Rezultatele oamenilor de știință privind cercetarea naturii pot fi comparate cu o scară care are o mulțime de trepte și mai multe paliere. Se poate spune că înainte de greci este o zonă de urcare cu trepte multe și mici. La vîrsta de aur a Greciei antice se observă o treaptă înaltă. În perioada romană și în cea a creștinismului timpuriu apare un palier larg, aproape lipsit de trepte. Secvența Galilei-Newton este din nou reprezentată printr-o creștere abruptă ș.a.m.d.

În anii din urmă cooperarea internațională a oamenilor de știință a devenit un fapt notoriu. Dar prima conferință științifică internațională a avut loc nu prea demult: manifestarea s-a ținut la Bruxelles, în 1853, iar cei întruniți acolo au dezbătut chestiuni legate de meteorologia marină. Adesea, cooperarea internațională a oamenilor de știință a fost dată ca exemplu de conlucrare pentru multe alte domenii ale vieții sociale, dar mai ales pentru cooperarea pe plan politic.

A existat și mai există părerea că marii descoperitori în știință, care apar din cînd în cînd, sînt genii izolate, adesea lipsite de sprijin material. Adevărul însă este că fiecare savant notabil a fost mai întîi adus și promovat în lumea învățaților sau dacă a fost un geniu uitat, el a fost reînviat de generațiile următoare.

Iată, Galilei, la începutul activității sale, pe cînd nu avea nici slujbă, iar familia lui numeroasă o ducea din greu, se gîndea să se mute în Bizanț. Dar nu a făcut acest pas, ci s-a apropiat de primul om care l-a ajutat, Guido Ubaldo; acesta i-a dat să comenteze unele teoreme de mecanică teoretică. Mai apoi, Galilei a fost suficient de îndrăzneț și de talentat pentru a-și croi singur drum în știință.

Colegi plini de generozitate sînt adesea primii sprijinitori. La sfîrșitul secolului al XVIII-lea chimistul francez Antoine Fourcroy a fost patronul lui Louis Vauquelin, descoperitorul cromului; tot Fourcroy a fost cel care l-a lansat în știință pe Vauquelin. La rîndul lui, Vauquelin l-a sprijinit pe Louis Thénard, descoperitorul apei oxigenate.

Sociologul științei Robert K. Merton a arătat că în S.U.A. 35 dintre 55 laureați ai Premiului Nobel în știință americani au lucrat ca tineri sub conducerea unor laureați ai Premiului Nobel.

Există prejudecata că oamenii de știință sînt strălucitori, iar în relațiile cu ceilalți se poartă ireproșabil. Bineînțeles că există și savanți care întrunesc ambele însușiri umane într-un înalt grad. Dacă ar fi cu toții strălucitori, ei n-ar avea atîtea deficiențe în înțelegerea marilor teorii, n-ar face atît de frecvent greșeli. Progresul științei poate fi considerat și ca o succesiune de corecții ale greșelilor anterioare. Chiar analizînd realizările personale, se poate distinge o succesiune de greșeli. În această privință, Kepler spunea: „Cîte cotituri nu am făcut, cîte sideruri nu am avut de cățărat în întunericul ignoranței mele, pînă cînd am găsit ușa care duce la lumina adevărului". Iar Faraday: „Lumea știe puțin despre cît de multe dintre gîndurile și teoriile care au trecut prin mințile cercetătorilor au fost distruse în liniște și secret de către propriile critici severe și de examinarea altora; că în cele mai de succes momente, nici o zecime dintre succesele, speranțele sau concluziile preliminare n-au fost realizate". Că unii nu sînt niște îngeri în relațiile cu ceilalți oameni rezultă din următoarele exemple. Jean Bernoulli (matematician de la sfîrșitul veacului al XVII-lea) a fost descris ca violent, abuziv, gelos și, cînd era nevoie, chiar necinstit. Despre geologul J. Woodward (din ace-

eași epocă cu Bernoulli) se spunea că era recunoscut pentru excentricitățile lui, pentru iritabilitatea și pentru manierele lui proaste. Contele Rumford (care a trăit și lucrat în secolul al XVIII-lea) era spion, sicofant și acceptor de mită. Frederick Accun (chimist din secolul al XIX-lea) fura pagini și mutila cărți din biblioteci.

De-a lungul vremii mulți oameni s-au speriat de savanți, dar mai ales de rezultatele lor, ceea ce uneori nu era chiar un gest gratuit. Romancierul din epoca victoriană George Gissing scria: „Urăsc știința și mi-e teamă de ea, deoarece convingerea mea este că pentru multă vreme de aici înainte, dacă nu pentru totdeauna, ea va fi inamicul neînduplecat al speciei umane. O văd distrugînd toată simplitatea și gentilețea vieții, toată frumusețea lumii; o văd întunecînd mințile oamenilor și învîrtoșînd inimile lor; o văd instaurînd barbaria sub masca civilizației; o văd aducînd o vreme de conflicte vaste, care vor face să pălească semnificația «miilor de războaie din vechime» și chiar dacă mulți nu vor vrea, va împinge toate progresele geniului uman într-un haos sîngeros". Avea și nu avea dreptate Gissing acum vreun secol în urmă. Nu avea, fiindcă știința a progresat continuu, iar omenirea a beneficiat din plin de roadele ei. Avea, pentru că după moartea lui s-au desfășurat cele două imense genociduri, cunoscute sub numele de primul război mondial și al doilea război mondial, pentru că nici acum nu sîntem scutiți de grija izbucnirii unei conflagrații mondiale, pentru că în majoritatea țărilor lumii armate de cercetători lucrează în secret la perfecționarea a tot felul de arme. Iar F. Dürrenmatt, în Fizicienii îi face vinovați pe fizicieni de partea mai puțin omenească a științei, înfățișîndu-i ca pe un grup puternic în cursa pentru a obține puterea de a distruge Pămîntul.

Bineînțeles, nu această latură oarecum pesimistă a științei ne interesează aici, ci latura ei bună, aspectele ei creatoare și utile întregii societăți.

Știința rămîne o încercare persistentă și continuă de a înțelege și de a ordona anumite aspecte ale naturii. Din totalitatea fenomenelor savantul le extrage numai pe unele în care el recunoaște prezența anumitor trăsături caracteristice. Cercetătorul caută și vorbește adesea despre o anumită uniformitate, ceea ce înseamnă pentru el reflectarea unei rutine într-un anumit cîmp de acțiune, prezența unei organizări ce nu depinde de existența noastră. În primul rînd, știința încearcă să vadă limpede. În acest sens Stendhal spunea: „Pentru a fi un bun filozof, trebuie să vezi sec și clar în ceea ce este".

Dar pentru a vedea clar, materialul de studiu trebuie ordonat. În acest scop sînt necesare două condiții: inteligența omului să poată clarifica și materialul să fie clarificabil. Categoriile esențiale în care ordonăm materialul sînt spațiul și timpul, iar condițiile de clarificare sînt date de legile logicii. Legile logicii, aplicate spațiului ideal, duc la o geometrie ideală. Prin aplicarea logicii timpului ideal, se poate obține o matematică a timpului (încercare făcută de Hamilton). Uniformitatea spațială este oglindită în geometria naturală, pe cînd uniformitatea temporală, în principiul cauzalității. În general este greu, dacă nu imposibil, de separat timpul de spațiu. Din această cauză, în diferite modele de explicare științifică a realității, timpul a fost introdus ca o a patra dimensiune a unui spațiu cvadridimensional, spre a-l deosebi de spațiul natural, în trei dimensiuni. Tot în acest sens, Heisenberg spunea: „În orice fenomen atomic aspectele pe care știm să le evaluăm în termenii cauzalității nu reprezintă totalitatea fenomenului despre care este vorba".

Acum poate apărea o nouă întrebare: oare știința a fost creată de către om? Se poate spune și da, fiindcă omul a ales și a ordonat treptat ceea ce îl interesa în fiecare dintre momentele în care lucra, dar se poate spune și nu, deoarece știința n-a apărut din nimic. Ceea ce a făcut omul „creînd" știința a fost descoperirea a ceva ascuns în natură. Cele mai importante două lucruri pe care omul avea să le descopere în natură sînt: materia primară, în sensul ei fundamental, și legile universale ale naturii.

În aceste condiții, mai putem pune și problema: cum poate să descopere omul cele două lucruri din natură? Poate că răspunsul cel mai cunoscut la această întrebare este cel al lui Galileo Galilei, marele inițiator al științei moderne. El spunea că experiența și rațiunea sînt cei doi pilaștri pe care e clădită știința. Este adevărat ce spunea Galilei; dar cum evoluează experiența și rațiunea pentru a obține noi descoperiri în știință? Se știe că un savant

creează foarte rar un lucru cu adevărat important în știință. Fizicianul Yukawa susținea că dacă te ocupi cu cercetarea științifică 40 de ani este posibil să obții două-trei succese remarcabile. Dar cei mai mulți nu au această șansă toată viața. Cu aproape două decenii în urmă un sociolog al științei observa că din aproximativ 30 de articole științifice, abia dacă se poate desprinde o idee veritabil nouă. Tot Galilei mai observa că numai acceptarea stimulilor care vin din mediul înconjurător și care duc doar la acumularea de date și la încărcarea memoriei este insuficientă pentru creație în știință. El arăta că experiențele special concepute sînt de importanță vitală pentru descoperirea adevărului ascuns. Galilei a pus întrebări naturii și a obținut răspunsuri directe. În acest scop el folosea aparate simple.

În știință se disting cel puțin două metode de gîndire: cea inductivă a fost folosită de Galilei; cea deductivă (folosită la început, în special, de Descartes) începe cu cîteva fapte și principii evidente, după care cercetătorul clădește, prin raționamente, din aproape în aproape, un întreg edificiu științific.

Analogia, gîndirea prin modele, constituie o altă formă a gîndirii creatoare. Iar raționamentul analogic este cu atît mai fructuos, cu cît se recunosc mai clar asemănările și deosebirile dintre fenomene. În folosirea metodei analogice o mare importanță o au imaginația, intuiția creatorului și puterea lui de abstractizare. Faimoasa legendă a descoperirii atracției universale de către Newton este un exemplu clar de raționament prin analogie. Ceea ce a descoperit Newton este o lege a naturii valabilă nu numai pe Pămînt, ci în tot sistemul solar. Dacă este ceva adevărat în acea legendă, acel ceva este credința lui Newton într-o esență comună, proprie atît mișcării unui măr, cît și mișcării Lunii.

Newton a identificat o relație între lucruri. Sigur, este de dorit ca acest proces de identificare să evolueze pînă la stadiul în care se obține descrierea unificată a particulelor elementare, în sensul ca prin aceeași lege să fie explicate și rațiunea existenței lor, și motivele comportării lor specifice, dar tot aceeași lege să poată fi aplicată modelelor posibile de univers. Aceasta este marea aspirație a fizicii.

Bineînțeles, metodele de mai sus ale descoperirii științifice nu sînt singurele posibile. S. Chandrasekhar i-a descris lui Fermi teza lui Hadamard privind psihologia descoperirii în matematică și anume, cum se pot distinge patru stadii în elaborarea descoperirii: o perioadă de efort conștient, o perioadă de incubație, cînd se produc o serie de combinații în subconștient, momentul revelației, cînd combinația corectă (făcută în subconștient) trece în conștient și, în fine, stadiul unui nou efort conștient. După ce i-a spus toate astea, Chandrasekhar l-a întrebat pe Fermi dacă procesul descoperirii în fizică are vreo asemănare cu cel descris de Hadamard. La care Fermi i-a spus: „O să-ți povestesc cum am ajuns să fac o descoperire pe care eu o consider cea mai importantă dintre cele făcute de mine". Și el a continuat: „Lucram din greu la studiul radioactivității induse de neutroni, dar rezultatele pe care le obțineam nu aveau sens. Într-o zi, cînd am venit în laborator să examinez efectul plasării unei bucăți de plumb în fața fasciculului de electroni, în loc să procedez ca întotdeauna pînă atunci, mi s-a părut că n-o să pot găsi niciodată o bucată de plumb prelucrată ca lumea. Era clar că eram nesatisfăcut de ceva. Am încercat orice „scuză" pentru a amîna punerea bucății de plumb la locul ei. Cînd, în sfîrșit, cu mare reținere, m-am dus să o pun la locul ei, mi-am zis: «nu, nu doresc aici această bucată de plumb; ceea ce doresc este o bucată de parafină». Era exact așa. Fără nici o garanție că fac o faptă care să ducă la rezultat, inconștient, am luat o bucată oarecare de parafină, pe care am pus mîna mai întîi, și am plasat-o acolo unde ar fi trebuit să fie bucata de plumb".

Ce bănuim că voia să spună Fermi? Că întîmplarea joacă și ea un rol important în cercetarea științifică. Însă întîmplarea nu cochetează cu oricine. H. Selye, istoric al științei, spunea despre acest lucru: „Șansa este o doamnă care surîde numai celor care știu să-i aprecieze farmecele viclene; pe acești cunoscători ea îi neglijează rareori. Secretul jocului constă în capacitatea de a ghici ce se ascunde sub acest zîmbet viclean". Descoperirea așa-zisă din întîmplare este de fapt rodul unei prodigioase capacități imaginative. Prin acest gen de descoperiri se pot

discerne multiplele implicații ale unei observații accidentale.

Un exemplu celebru, dintre multe altele (pe unele dintre ele le veți putea urmări și în cartea de față) în care întîmplarea a jucat un rol important este următorul. Fiziologul Luigi Galvani, privind picioarele de broască agățate (în vederea gătitului) de o sîrmă de fier, pe balconul casei lui din Bologna, a observat că uneori se producea o contracție a musculaturii acelor picioare. Cercetînd mai îndeaproape ce se întîmplă, și-a dat seama că mișcările apăreau cînd o extremitate a unui picior de broască era în contact cu bara de fier a balconului. Însă aceasta pare să fie o legendă, fiindcă Galvani însuși a descris întîmplarea descoperirii în următorii termeni: „După ce am disecat și preparat o broască, am pus-o pe o masă pe care se găsea, la o oarecare distanță, o mașină electrică. Din întîmplare, unul dintre asistenții mei a atins cu vîrful scalpelului nervul crural intern al broaștei; imediat mușchii membrelor au fost agitați de convulsii violente". Unui alt asistent „i s-a părut că a observat în același moment cum din conductorul mașinii a țîșnit o scînteie. Eu eram atunci ocupat cu altceva, dar cînd mi s-a atras atenția asupra acestui fapt, am dorit mult să refac eu însumi experiența și să-i descopăr principiul ascuns". Refăcînd experiențele lui Galvani și înțelegînd că are de-a face cu un fenomen nou, peste cîțiva ani Alessandro Volta a inventat prima pilă electrică.

Această relativ lungă înșiruire de motive pentru care ne-am apucat să scriem cartea sperăm, cititorule, să nu vă fi împins la picoteală, ba, dimpotrivă, să vă fi trezit curiozitatea de a pătrunde, împreună cu noi, în tainele unor mari descoperiri.

În finalul acestor rînduri introductive încercăm să nu scăpăm prilejul și să mulțumim stimaților profesori G. Moisil și I. M. Popescu, care s-au aplecat primii asupra manuscrisului și i-au deslușit reușitele și nereușitele.

CĂILE CERULUI

Criptogramele savanților

Dacă ne luăm după unele statistici din ultimul timp, se pare că majoritatea savanților și cercetătorilor pe care-i consemnează istoria lumii sînt contemporani cu noi. Una dintre explicațiile posibile o poate constitui avîntul uluitor al științei secolului nostru, care a devenit un factor de progres conștient al societății omenești, o adevărată forță de producție. Totuși, marile idei au fost și sînt rare. Momentele de cotitură în știință se întîlnesc la distanțe mari în timp și în . . . spațiu.

Mari gînditori au existat însă și în antichitate, iar idei avansate de ei sînt dezbătute și dezvoltate și astăzi.

Încercînd să dea o explicație mișcărilor aparénte ale planetelor printre stele, astronomii Greciei antice au creat sistemul geocentric al lumii. Unul dintre cei mai profunzi gînditori ai antichității, Aristotel din Stagira (384—322 î.e.n.) își imagina universul în modul următor: fiecare planetă, inclusiv Soarele și Luna, ar fi fost fixate pe cîte o sferă cerească transparentă, iar pe sfera cea mai îndepărtată de Pămînt dintre toate s-ar fi găsit stelele. În centrul tuturor acestor sfere concentrice s-ar fi aflat Pămîntul. Toate aceste sfere s-ar fi învîrtit în jurul Pămîntului cu viteze diferite. Sistemul lumii dezvoltat de Aristotel este numit astăzi sistemul geocentric. Acest sistem a fost expus ulterior într-o renumită lucrare a astronomului din Alexandria, Claudius Ptolemeu (secolul al II-lea e.n.), cunoscută sub numele de *Sintaxa matematică* sau de *Almageste*.

În *Almageste* se găsește adunată toată zestrea științifică a astronomilor eleni: probleme de astronomie sferică, de teorie a mișcării Soarelui și Lunii, calcule de anticipare a eclipselor, teoria mișcării planetelor, descrierea instrumentelor astronomice de care s-a folosit Hiparh și *Catalogul stelelor*, al lui Hiparh. Ptolemeu considera că

fiecare planetă se mişcă uniform pe o circumferinţă mai mică, numită „epiciclu", iar centrul acestui epiciclu se mişcă uniform, la rîndul său, pe o altă circumferinţă, numită „deferent", centrul deferentului fiind Pămîntul.

Teoriile antichităţii reprezentau un progres la vremea lor. Marea nenorocire a fost însă faptul că ele au fost îmbrăţişate şi ridicate la rangul de teorii absolute de preoţimea evului mediu. Închistarea ideologică a creat mari dificultăţi savanţilor Renaşterii.

Unul dintre marii novatori ai concepţiei asupra sistemului lumii a fost Copernic. Pe baza multor observaţii astronomice ale vremii, Copernic a reînviat vechea teorie a lui Aristarh din Samos (secolul al III-lea î.e.n.), care descria în mod mai realist configuraţia şi mişcările planetelor sistemului nostru solar. Sistemul heliocentric, creat de Copernic, potrivit căruia Soarele ocupă locul central, iar planetele se mişcă în jurul lui, a fost descris în celebra sa lucrare, *De revolutionibus orbium caelestium*, apărută în 1543, cînd ilustrul gînditor se afla pe patul de moarte şi cînd soarta a vrut ca, abia cu cîteva ore înaintea morţii, savantul să-şi poată vedea tipărit primul exemplar al operei vieţii sale.

După un studiu de peste 30 de ani, Copernic se convinsese că teoriile complicate, mai vechi, pot fi înlocuite cu succes, dacă Pămîntului i se atribuie o dublă mişcare: o mişcare în jurul axei sale, de 24 de ore, şi una de revoluţie în jurul Soarelui, de 365,25 zile.

Concepţia lui Copernic a fost magistral susţinută de Galileo Galilei, care, construind în 1609 prima lunetă, a putut observa munţii de pe Lună, apoi în ianuarie 1610, patru dintre sateliţii lui Jupiter. Galilei a mai descoperit petele întunecate de pe Soare şi a arătat că drept urmare a mişcării acestora se poate trage concluzia că şi Soarele se roteşte în jurul axei sale.

În legătură cu descoperirea inelelor lui Saturn însă, s-a susţinut că ele nu ar fi putut fi observate de Galilei, deoarece puterea de separare a lunetei sale era prea mică, iar el nu le-ar fi putut observa. Se mai susţine că descoperirea lor ar fi fost făcută abia în 1665 de Christiaan Huygens, iar tîrziu de tot, în 1837, Johann Franz Encke va fi precizat că sînt trei inele.

Se pare totuşi că Galilei ar fi descoperit inelele lui Saturn, dar nu a fost prea sigur de observaţie. Pe vremea aceea era obiceiul ca, pentru a asigura prioritatea unei descoperiri, să se recurgă la publicarea unei criptograme. Savantul care făcea o descoperire, ce urma să fie confirmată în viitor, comunica pe scurt esenţa descoperirii lui de obicei sub formă de anagramă, în limba latină, limba cultă a vremii. În felul acesta, fără a pierde prioritatea, el avea răgazul să verifice corectitudinea descoperirii sale. Numai după ce era convins de justeţea descoperirii lui, dădea în vileag secretul anagramei.

Observînd în luneta lui rudimentară că Saturn are pe margini un fel de excrescenţe, Galilei s-a grăbit să comunice descoperirea într-o epistolă adresată lui Kepler, în care era inserată şi următoarea anagramă:

Smaismrmirlmepoetalenmiburnenugttaviras

Cu o mare răbdare, deoarece s-a calculat că sînt posibile $\frac{39!}{3!\,5!\,4!\,4!\,2!\,2!\,5!\,3!\,3!\,2!\,2!}$ variante, desigur nu toate logice, Kepler a încercat să descifreze anagrama şi, cînd a crezut că a reuşit, din literele anagramei lui Galilei (omiţînd, e adevărat, două) a întocmit următoarea frază:

Salve, umbistineum geminatum Martia proles

(ceea ce, mai clar, ar pune: „Vă salut gemeni născuţi din Marte!").

Kepler era convins că Galilei îi descoperise pe cei doi sateliţi ai lui Marte, pe care el însuşi îi bănuia că ar exista. În acest sens, se pare că Kepler s-a ghidat după următoarea presupusă progresie a numărului de sateliţi ai planetelor: ştiind că Pămîntul are un satelit, iar Jupiter patru, el considera firesc ca Marte, planetă intermediară, să aibă doi sateliţi. Abia mult mai tîrziu, în 1877, Hall, folosind un telescop puternic, a confirmat existenţa celor doi sateliţi ai lui Marte.

Se vede că perspicacitatea lui Kepler nu a fost eficientă, pentru că, după ce Galilei a făcut public conţinutul anagramei lui, s-a văzut că ea suna cu totul altfel (omisese însă şi el două litere):

Altissimum planetam tergeminum observavi

(care ar suna cam aşa: „Am observat că cea mai înaltă planetă este triplă").

Avînd o lunetă cu putere de separare mică, Galilei nu a putut înțelege adevărata însemnătate a acestei variante „în triplu exemplar" a planetei Saturn, iar după cîțiva ani, cînd proeminențele de pe marginea lui Saturn nu au mai fost observate, Galilei a fost convins că se înșelase și că Saturn este o planetă normală. Această ciudată întîmplare se datorește faptului că inelele lui Saturn, la anumite intervale de timp, datorită pozițiilor speciale ocupate față de Pămînt, pot fi neobservabile. Discurile de materie care gravitează în jurul lui Saturn pot fi văzute în direcția planului de rotație, dar, fiind foarte subțiri, ele pot dispărea în imaginea generală a planetei.

Așa că istoria consemnează că descoperirea inelelor lui Saturn s-a făcut peste cîteva decenii, în 1665, de către Christiaan Huygens, care, la fel cu Galilei, a ascuns-o în anagrama

Aaaaaaacccccdeeeeeiiiiiiillllmmnnnnnnnnnoooppq
rrsttttuuuuu

După trei ani, convingîndu-se de justețea ipotezei sale, Huygens a dat publicității sensul ascuns al anagramei sale:

Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente,
ad eclipticam inclinato

(adică: „Ea este înconjurată de un inel subțire, plat, fără nici un punct de atingere, înclinat pe ecliptică").

Tot cu luneta proprie, în 1611 Galilei a cercetat planeta Venus, iar ceea ce a descoperit a disimulat în anagrama:

Mater Amorum aemulatur Cynthie Formas

(sau, în traducere: „Mama lui Amor imită formele Cynthiei", cu înțelesul: Venus reproduce fazele Lunii).

Se pare că planeta fusese urmărită și de babilonieni, înainte de mileniul al doilea î.e.n. Tabele ale mișcării sale au fost întocmite încă în prima jumătate a veacului al XVII-lea î.e.n. S-a găsit o tăbliță cuneiformă cu asemenea tabele, din timpul regelui Ammizaduga (1646—1625 î.e.n.), succesorul lui Hamurabi.

Venus avea diferite denumiri în vechile civilizații: Hesperus sau Phosphorus în Grecia, apoi Vesperus ori Lucifer în Roma antică. Larg răspîndite au fost, mai tîrziu, numele de steaua serii și steaua dimineții. La noi i se mai spune Steaua Ciobanului.

Dacă Luna era considerată patroana vînătorii și a fertilității și simbolizată prin zeița greacă Artemis sau prin divinitatea romană Diana, Venus personifica la romani zeița amorului, simbolizată prin Afrodita la greci, vestită prin ușurința cu care lua orice înfățișare.

Prin descoperirea fazelor lui Venus, Galilei dăduse încă o lovitură teoriei geocentrice. Potrivit teoriei lui Ptolemeu, Venus și Soarele se învîrteau în jurul Pămîntului, Venus fiind situată între Pămînt și orbita presupusă a Soarelui. Planeta nu putea deci prezenta la maxim decît un corn, care nu depășea primul pătrar. Observînd fazele planetei Venus, Galilei a dovedit clar că Venus se rotește în jurul Soarelui.

Soarele este repus în drepturi

Prea adesea descoperiri științifice epocale apar fie înainte ca societatea să fie pregătită să le accepte (din ignoranță, din obtuzitate, din interes etc.), fie înainte ca societatea să le poată recepta la justa lor valoare, fie fără ca descoperitorii înșiși să aprecieze marea însemnătate a unei descoperiri și să încerce s-o impună societății, pentru a o pune astfel în operă (evident, dacă societatea timpului acceptă scoaterea în evidență a unei veritabile mari descoperiri).

Prea adesea marii descoperitori sînt (sau cel puțin par a fi) niște oameni extrem de modești, umili chiar, iar mărturiile despre ei sînt deformate de vanitate, de lipsa informațiilor sigure, de puterea de pătrundere (mai mare sau mai mică), într-un cuvînt de caracterul celor care dețin sau pun în circulație datele despre acei faimoși savanți. Ceea ce cunoaștem cu o precizie oarecum acceptabilă este numai părerea cîtorva sau a mai multora despre ei, formată de obicei după modelele proprii despre lume și viață.

Iată, spre exemplificare, cazul lui Nicolaus Copernicus (acesta fiind numele latinizat al lui Kopernik Mikolaj) și sistemul lumii, creat de el.

Născut la 19 februarie 1473, la Toruń, în nordul Poloniei, rămas orfan de tată pe cînd avea numai 10 ani, de la această vîrstă Copernic a fost crescut de un unchi, Lucas Watzenrode, care se pare că l-a îndrumat să-l urmeze în funcția de eminență ecleziastică, pe care-o avea. În 1491 a intrat la Universitatea din Cracovia, care de cîteva decenii beneficia din plin de renașterea generală a vieții poloneze. În particular, Cracovia era legată de cercurile umaniste italiene, iar universitatea avea un grup puternic și dinamic de profesori de matematică și de astronomie. Încît nu-i de mirare că (se știe din surse manuscrise), încă pe cînd era student la Cracovia, Copernic a făcut unele calcule astronomice, care depășeau cunoștințele relativ elementare, predate studenților.

Nu se cunoaște în ce măsură Copernic a conceput teoria sa revoluționară pe cînd era student. Scurtul eseu, care conține prima reușită a sistemului lumii, *Comentariolus* („Mic comentariu"), nu a fost datat în mod cert. Este posibil ca savantul să-l fi elaborat înainte de a părăsi Cracovia, plecînd în Italia, în 1492.

Cariera lui Copernic a fost în toate privințele cea obișnuită în acea vreme, adică cea a unui fel de funcționar civil. A primit o parohie la catedrala Frombork, diocezia Varmia, unde unchiul său era episcop. Apoi, la 19 ani, a plecat să studieze legile canonului la Bologna, unde a stat trei ani și unde a întîmpinat tradiționalele dificultăți financiare ale tinereții. În urma unei vizite acasă, în 1501, obține o bursă pe încă doi ani, pentru studiul medicinii, pe care a urmat-o la Padova. Nu se știe însă de ce, pînă la urmă, și-a luat doctoratul în canon la Ferrara (se bănuiește că acolo taxele școlare erau mai mici). După ce s-a întors în 1503 în Polonia, a petrecut următorii 40 de ani ai vieții care i-a mai rămas în Varmia, ca administrator-diplomat și ca medic. Singurul incident notabil al carierei lui uniforme și cenușii a fost părăsirea serviciului la unchiul său, în 1510, cu doi ani înainte de moartea episcopului. Prin aceasta Copernic s-a înlăturat singur de pe drumul avansării, preferînd poate o viață simplă, într-un grup de canonici care administrau catedrala și domeniul ei, cu speranța posibilă de a avea mai mult răgaz pentru astronomie. Viața lui nu era, se pare, chiar atît de monotonă, deoarece era chemat frecvent pentru consultații și tratamente medicale. Pe deasupra, Varmia se afla într-o zonă tulbure, în care cavalerii teutoni constituiau un permanent pericol, nemaipunînd la socoteală existența anumitor ecouri ale reformei lui Luther.

Pe vremea lui Copernic în Polonia se foloseau trei limbi: poloneza era folosită de toate clasele sociale, latina era limba operațiilor oficiale, iar germana circula și în comerț și în afaceri, fiind întrebuințată de orășeni, dar și de către Cavalerii Teutoni. Nu-i de mirare deci că singura tipăritură semnată, apărută în timpul vieții lui Copernic, este o traducere în limba latină a unei colecții de scrisori grecești. Copernic lucrase acest text pe cînd se afla în Italia, cu scopul de a se perfecționa în limba greacă și de a avea astfel acces la sursele grecești de cultură. Un prieten care se ocupa de științe umaniste a publicat această carte în 1509.

Aproape de sfîrșitul vieții Copernic a remarcat că a lucrat asupra sistemului său astronomic în a patra perioadă de 9 ani a vieții lui (deci cam din 1500 în 1509). Pe cînd lucrarea se apropia de sfîrșit, Copernic se opunea tot mai mult publicării ei, deși prietenii îl zoreau s-o dea la tipar. Nu se cunosc motivele adevărate ale precauțiilor lui Copernic în ceea ce privește publicarea cărții sale revoluționare: se poate să fi fost la mijloc intoleranța religioasă, ce-și intensificase cerbicia, ca urmare a războaielor religioase de după reforma lui Luther, așa cum se poate ca argumentele astronomice, care duseseră la elaborarea revoluției cosmologice, să nu mai fi fost la fel de clare pentru Copernic, ca în vremea în care concepuse opera. Oricare ar fi motivul, Copernic avea intenția să publice numai seturi de tabele astronomice, derivate din teoria lui.

Cartea *De revolutionibus orbium caelestium* și-a datorat apariția unui celebru pelerinaj. Un tînăr matematician german, cunoscut sub numele de Rhaeticus (Georg Joachim von Lauchen — 1514—1572), lutheran și profesor la Wittenberg, a auzit de Copernic și l-a rugat pe marele gînditor să-i permită să-l viziteze. Rhaeticus a ajuns la Varmia în primăvara lui 1539, fiind primit de Copernic și de episcopul unei dioceze învecinate. Matematicianul german a stat în preajma lui Copernic doi ani,

studiind sistemul astronomic al savantului. Între timp a scris și a publicat prima parte a unei descrieri netehnice a lucrării lui Copernic, descriere intitulată *Narratio Prima*. Spre deosebire de alți prieteni ai lui Copernic, Rhaeticus a obținut permisiunea de a publica opera *De revolutionibus* ..., în care scop s-a întors în Germania, cu o copie a ei, ce urma să fie destinată tiparului din Nürnberg. Dar lui Rhaeticus i s-a oferit, la un moment dat, un post mai bun la Leipzig, așa că a lăsat supravegherea tipăririi unui proeminent teolog și om de litere, Andrea Osiander. Ca mulți dintre editori, printr-o intervenție cu de la sine putere, a creat confuzie în întregul eșafodaj și în intențiile teoriei lui Copernic. Osiander s-a temut că filozofii și teologii se vor simți insultați de afirmația categorică, potrivit căreia sistemul heliocentric este cel adevărat; de aceea, într-o notă, tipărită înaintea materialului întregii cărți, avertiza cititorul că teoria nu este neapărat valabilă, ci este doar o ipoteză pentru rezolvarea unei probleme.

Fără discuție, toate părerile oficiale ale vremii erau de acord cu poziția centrală și fixă a Pămîntului. Mai existau însă și unele cercuri mistice, neoplatoniene, care adulau Soarele, acesta fiind pus în centrul universului.

Copernic a dezvoltat în profunzime teoria potrivit căreia Pămîntul se mișcă în jurul Soarelui și se rotește în jurul propriei axe. De fapt, aceste studii erau inspirate de redescoperirea unor concepții grecești divergente. Pentru a-și sprijini argumentele, în prefața la *De revolutionibus* ... apelează la autorități culturale ale antichității (citat din Plutarh): „... dar Philolaus pitagoreicul spune că Pămîntul se mișcă în jurul focului central, pe un cerc oblic, precum Soarele și Luna. Heraclides din Pontus și Ecphantus pitagoreicul fac și ei să se miște Pămîntul, însă nu prin spațiu, ci într-o rotație în jurul propriului său centru, ca un butuc de roată, de la vest, la est ...". Copernic mai credea că orbitele planetelor sînt cercuri, pentru că mișcarea circulară este perfectă. Desigur, Copernic considera că un sistem centrat pe Soare permitea o explicație coerentă a mișcărilor planetelor. De asemenea, într-un astfel de sistem erau unificate mai multe clase de fenomene, printre care localizarea, dimensiunea și timpul cercurilor retrograde ale planetelor exterioare.

Cercetări foarte recente au întărit ipoteza că lucrarea originală a lui Copernic se referea la probleme foarte tehnice, care implicau măsurători de poziții, unghiulare și de timp. Motivarea acestei părți a lucrării era legată de veșnicele încurcături ale calendarului iulian nereformat, plus dorința lui Copernic de a îmbunătăți tabelele astronomice.

Doar cu cîteva ore înainte de moarte (la 24 mai, 1543, la Frombork), Copernic a văzut un exemplar al cărții sale, dar era prea sfîrșit pentru a se mai uita prin ea, încît nu a putut schița nici un gest împotriva acelei neavenite imixtiuni a lui Osiander. Protestele lui Rhaeticus și ale altor prieteni ai lui Copernic au scos măcar în evidență faptul că acea notă de editor inducea în eroare cititorul.

După cum ați observat, această mare revoluție în gîndirea umană a fost concepută în obscuritate, în tinerețea lui Copernic, hrănită în izolare, în timpul anilor săi de maturitate și lansată sub un semn de îndoială și de confuzie, puțin timp după moartea celebrului gînditor. Lucrarea a avut ulterior o influență considerabilă asupra dezvoltării științei și filozofiei.

Forța oarbă și creatorul științei moderne

Ne putem întreba: toți gînditorii din trecutul mai mult sau mai puțin îndepărtat duceau o existență anostă, lipsită de micile bucurii omenești, firești, supusă unor rigori de castă rigide? N-au fost oare unii viguroși, care ardeau în fiecare clipă pentru știința lor, cu prieteni credincioși și cu dușmani aprigi, cu o viață lumească obișnuită? Răspunsul ne este dat de viața și opera lui Galileo Galilei, deși el a trăit în perioada în care *Almageste*, cartea lui Ptolemeu, era încă folosită de biserică pentru a apăra doctrinele sfintei scripturi. Lupta lui Galilei cu concepțiile, cu conservatorismul epocii a fost crîncenă.

Galilei s-a născut în orașul italian Pisa, la 15 februarie 1564. Tatăl lui, Vincenzo Galilei, era negustor. Însă nu punea cine știe ce preț pe negoț, fiindcă pasiunea lui era muzica; muzicii îi dedica cele mai multe clipe, muzicii teoretice mai ales, chiar între doi clienți, ceea ce o

ducea adesea la disperare pe Giulia, mama lui Galilei, o femeie aprigă, mereu nemulțumită de viața neîndestulătoare, pe care o trăia, mereu pusă pe hartă și pe contrazicere.

Cu toate că tatăl său l-a înscris în toamna anului 1580 la Universitatea din Pisa, pentru a urma medicina, pe Galilei îl pasionau alte științe, în special matematica, a cărei importanță în aplicațiile practice l-a atras în primul rînd. Avînd multă îndemînare, dar și spirit inventiv, a măsurat timpul de oscilație a candelabrului catedralei din Pisa (se pare că acest fapt s-a petrecut chiar în timpul unei slujbe) și a extras esența problemei: a stabilit legea pendulului, folosind propriul puls, deoarece încă nu existau orologii comode.

La doi ani după ce a părăsit Universitatea din Pisa, a efectuat prima lucrare (la vîrsta de 22 de ani): a construit o balanță hidrostatică foarte fină, cu ajutorul căreia putea determina cu mare precizie componentele unui aliaj, măsurătorile fiind reproductibile. Pasionat de mecanică, citea mereu cărți din acest domeniu, perfecționîndu-se necontenit și ajungînd la concluzii proprii; prin calcule originale a realizat mici invenții, cu care a umplut lumea de uimire.

La recomandarea lui Ferdinando dei Medici, noul duce al Florenței, la vîrsta de 25 de ani a fost numit profesor de matematică la Universitatea din Pisa, ceea ce a acceptat cu o anumită reținere, fiindcă profesorii de acolo erau ostili teoriilor lui. Atitudinea lor de neacceptare (cu excepția numai a unuia) s-a manifestat chiar și atunci cînd, efectuînd o experiență, asistat de public și ajutat de studenți, a dovedit indubitabil că indiferent de greutatea lor corpurile cad liber cu aceeași viteză (mai exact, cu aceeași accelerație). Experiența a fost efectuată în modul următor: doi studenți, fiecare la alt nivel al turnului înclinat din Pisa, au lăsat să cadă cîte două obiecte de aceeași formă și mărime, unul din metal și altul din lemn. Galilei aștepta jos și măsura, cu o clepsidră, timpul de cădere al fiecărui obiect. Obiectele lăsate să cadă de la o anumită înălțime (etaj) cădeau în același timp, ceea ce ținea Galilei să demonstreze și ceea ce contrazicea flagrant teoria lui Aristotel (literă de lege), potrivit căreia corpurile cu greutăți diferite cad liber cu viteze (accelerații) diferite.

Cu toate că Universitatea din Pisa i-a prelungit contractul pe încă doi ani, Galilei a preferat să se mute la Padova, unde Republica Veneția acorda o mai mare libertate de gîndire. Era de înțeles, dată fiind firea sa: avea o limbă ascuțită în polemici, folosea din plin ironia în scris, era plin de umor, pînă la satiră chiar (la Pisa scrisese un poem satiric împotriva regulii de a îmbrăca toga academică în oraș). Deși era generos în spirit, ținea la reputația lui și la prioritatea descoperirilor și publicațiilor lui. În afară de aceasta, lui Galilei i s-a părut mai lesnicioasă o activitate științifică la Padova, despre care auzise numai lucruri bune și, nu în ultimul rînd, față de 5 florini* pe lună la Pisa, aici căpăta 15 ducați pe lună, ceea ce constituia o îmbunătățire substanțială a situației lui materiale și a numeroasei și nevoiașei sale familii. În 1592 ajunge profesor de matematică la Universitatea laică din Padova. De fapt, la Padova se va bucura de nenumărate succese pe tărîm științific și practic (prin realizarea a numeroase invenții, între care compasul geometric și cel militar au avut cea mai mare audiență), se va bucura de viață, va lua contact cu opera lui Copernic, va perfecționa și va pune la punct, va reinventa, aproape, luneta.

În 1609 a auzit că un cetățean flamand a făcut o „sticlă spion“ (cu care se putea vedea mult mai departe decît cu ochiul liber) și s-a apucat repede de experiențe. Rezultatul a fost realizarea unor lunete cu măriri de 8 ori, apoi de 20 ori și de 30 ori. Însoțit de oficialitățile Veneției, de sus, din Campanila Pieței San Marco, au urmărit cu toții vasele pe mare și împrejurimile, care cu ochiul liber abia se zăreau. Dogele și Consiliul celor Zece i-au mărit stipendiul lui Galilei la 1 000 de ducați pe an, ceea ce era o sumă enormă nu numai atunci.

Cu acest aparat la îndemînă s-a apucat să contemple cerul. Întîi a observat că Luna nu avea o suprafață plană, cum i se păruse pînă atunci, ci, prin telescop (între timp luneta devenise un adevărat telescop) se vedeau și-

* 1 florin = 1 ducat; amîndouă monezile sînt echivalente cu circa 30 lire sterline.

ruri de munți, văi, cratere. Apoi, Calea Laptelui nu era o ceață luminoasă, ci o puzderie de stele. Pe urmă, pe cer nu se aflau numai 1 022* de stele, cîte fuseseră numărate în antichitate, ci un număr incomparabil mai mare, care putea fi oricînd mărit în observație, prin creșterea puterii telescopului. Într-o altă noapte a descoperit că Jupiter este însoțit de trei stele, în altă noapte de două, iar în alta de patru. În acest fel a descoperit Galilei sateliții lui Jupiter. Ca rezultat al descoperirilor lui cu ajutorul telescopului, dar mai ales al descoperirii sateliților lui Jupiter, în 1610 a publicat cartea *Mesagerul stelelor,* dedicată Marelui Duce Cosimo al II-lea al Florenței, și pentru că sufletește era foarte legat de Florența, și pentru că, poate, îi încolțise gîndul să se întoarcă la Florența. De altfel, Republica Veneția îl cam obosise. Pe de-o parte invidia confraților începuse să-l agaseze, pe de alta dorea să se consacre numai cercetării. Într-o scrisoare spunea: „Nu se poate obține salariu de la o republică, fără să ai obligații față de ea. Pentru a avea ceva de la public, trebuie să dai satisfacție publicului". Se referea la faptul că, în afara cercetărilor lui, era obligat să piardă timpul ținînd prea multe cursuri.

Așa că, printr-un decret, Cosimo al II-lea, care la 19 ani devenise Mare Duce al Toscanei, în 1610 îl numea pe Galilei „Matematician și Filozof onorific al Marelui Duce de Toscana" și „Matematician onorific al Universității din Pisa". În urma acestei numiri nu avea nici o obligație în ceea ce privește lecțiile, nici măcar în ceea ce privește reședința, dar primea 1 000 de florini pe an. Dacă ne luăm după o scrisoare a lui Sagredo**, Galilei săvîrșise o greșeală părăsind Padova, unde condițiile morale de lucru erau ideale pentru acea vreme. Sagredo îl avertizase că chiar dacă acceptă influenta protecție a Ma-

* Ca o simplă curiozitate, dacă ați întreba și acum pe cineva cam cîte stele se văd pe cer, într-o noapte senină? vă va răspunde fără ezitare că se văd milioane și milioane de stele. În realitate, cu ochiul liber, se văd numai vreo trei mii.

** Omul cultivat și plin de bun simț moderator, care, împreună cu Simplicio, care apăra tradițiile, și cu Salviati, reformatorul caustic, formează cele trei personaje ale *Dialogului*... (v. în continuare).

relui Duce de Toscana, își asuma totuși riscul evoluției caracterului în formare al Ducelui, se supunea canoanelor vieții de la curte, ceea ce nu era tocmai ușor pentru un om de știință. Însă euforia schimbării intervenite în viața lui l-a împiedicat să fie lucid, iar previziunile lui Sagredo, chiar dacă au fost amplificate de inchiziție, ceva mai tîrziu s-au adeverit.

La Florența, Galilei se va bucura de libertate în cercetare, de onoruri, dar tot aici va avea parte și de multe necazuri.

Încrezător în știința sa, și-a prezentat ideile autorităților ecleziastice de la Roma, unde a fost primit în cele mai înalte cercuri și unde a cucerit pe toată lumea prin înalta pregătire științifică, prin argumentația fără greș, prin conversația plăcută, lipsită de ifose. Tot atunci, într-o călătorie de două luni la Roma, în 1611 a fost ales al șaselea membru al Academiei dei Lincei. Discuțiile de ordin științific fructuoase cu colegii l-au încîntat nespus, mai ales că toți își exprimau acordul cu noile căi care se deschid științei într-un viitor apropiat.

Un an mai tîrziu a publicat *Istorie și demonstrație în legătură cu petele solare și acțiunea lor,* care era un fel de scrisoare adresată unui fictiv Apelle, urmată, în același an, de încă două scrisori pe aceeași temă (petele solare). Galilei era o personalitate puternică; din această cauză avea mulți prieteni și se considera în siguranță; în același timp însă producea și gelozie și resentimente. Îl pizmuia în special un iezuit, Christopher Scheiner, o persoană ultradogmatică și plină de ură, care-l urmărea pas cu pas și-i căuta nod în papură pentru a-l putea da pe mîna autorităților ecleziastice.

Stăpîn pe știința și pe observațiile sale, s-a convins că Pămîntul se rotește în jurul Soarelui și nu invers. Neînfricat, în pofida unor riscuri extrem de grave, a început să susțină și să răspîndească această teorie printre cei cu care avea contact. În acest moment (1613), comentînd pasajul din *Biblie* în care Iosua poruncește Soarelui și Lunii să stea pe loc (ele se mișcau deci, potrivit concepțiilor lui Aristotel și ale lui Ptolemeu), îi scrie preotului benedictin Benedetto Castelli, prieten apropiat și discipol credincios, ajuns acum profesor de matematică la Universitatea din Pisa, că chiar dacă *Biblia* ar fi cu-

vîntul Domnului, ea nu trebuie interpretată literal; în această formă ea este scrisă pentru popor, nu pentru cei instruiți, nu pentru cei care pot emite judecăți bazate pe logică, pe spiritul științific. „Cît despre fenomenele ce au loc în natură, argumentarea matematic-filozofică este superioară“ celei din Sfînta Scriptură, mai scria el. În numeroase scrisori Galilei își expunea crezul științific, în special susținerea teoriei copernicane.

Încă mai de mult era atacat în biserici și în școli pentru ideile lui științifice avansate. Venise momentul ca dușmanii lui să facă front comun și să fie tras la răspundere. Încît călugărul dominican Niccolò Sorivi trimite Sfîntului Oficiu din Roma o copie a scrisorii lui Galilei, adresată lui Castelli. Dar în apărarea teoriei lui Copernic Galilei pornise pe calea adevărului științific, care nu mai are drum de întoarcere. Caracter năvalnic, impulsiv, bătăios, stăpîn pe știința sa, a renunțat la prudență, pornind singur să-și apere ideile în fața ignoranței și fariseismului. A plecat la Roma, călare pe un catîr, hotărît să-și susțină teoriile, ceea ce a făcut cu vehemență și cu umor și ceea ce l-a cam speriat pe ambasadorul Toscanei la Sfîntul Scaun; ambasadorul l-a sfătuit, în consecință, să fie mai moderat.

Între timp, Congregația Generală a Inchiziției, prezidată de Papă, condamnase atît teoria conform căreia Soarele este centrul universului, iar mișcarea în univers este numai aparentă, considerînd-o „neavenită și absurdă în filozofie, formalmente eretică, deoarece contrazice în mod expres afirmațiile Sfintei Scripturi“, cît și teoria potrivit căreia Pămîntul nu este centrul universului, ci este pur și simplu o planetă care se rotește în jurul Soarelui și săvîrșește o mișcare zilnică în jurul axei sale, despre care proclamase că „ea merită din punct de vedere filozofic aceeași cenzură; iar din punct de vedere teologic ea este cel puțin eronată, dacă ne gîndim la credință“.

Cardinalul Roberto Bellarmino a fost însărcinat să comunice lui Galilei această sentință, iar Galilei a consimțit să nu susțină în public teoria lui Copernic. În plus, Bellarmino i-a înmînat o scrisoare în care cardinalul nota că Galilei nu a abjurat în fața lui și nu a primit nici o condamnare sau altă pedeapsă, ci numai că i s-a comunicat hotărîrea publicată de Sfînta Congregație a Indexului; această scrisoare a fost solicitată de Galilei, pentru a se apăra de calomniatori și bănuitori și, poate, pentru a se mîndri cu ea. În orice caz, s-a întors la Florența satisfăcut.

În următorii ani, după ce i-a murit protectorul, Cosimo al II-lea, iar urmașul la tron, Ferdinando al II-lea, nu a mai putut înfrunta supremația iezuiților, vremea părea mai tulbure pentru Galilei, cu atît mai mult, cu cît dispăruse dintre cei vii și cardinalul Bellarmino, poate singurul dintre prelați care era conștient de geniul lui Galilei. Savantul, în plină maturitate creatoare, cu toate că era chinuit de o boală de rinichi și de cumplite dureri reumatice, se dezlănțuie deplin în lucrarea epistolară *Il Saggiatore* (care s-ar putea traduce „Balanța fină“). În această „scrisoare“, care pornește de la punerea la punct a unui iezuit ce dorea să-l discrediteze, nu se referă numai la natura cometelor, ci și la celelalte observații ale cerului și la multe dintre invențiile lui, pe care unii încercau să și le însușească. Este cea mai sarcastică polemică, un fel de culme a scrierii în contradictoriu, plină de umor și de învățăminte, un manifest pentru libertatea științei.

Succesul apariției a fost enorm, încît însuși Papa l-a invitat la Roma și a purtat cu Galilei îndelungi discuții asupra problemelor științifice controversate ale vremii. Dialectica strînsă, persuasiunea argumentelor, metoda științifică profundă, obiectivitatea realității susținute păreau că l-au convins pe Papă de adevărurile științifice susținute de Galilei.

Trecuse de 60 de ani, în 1627, cînd numeroasa lui familie s-a strîns aproape toată la el (fiicele fiind la mînăstirea din Arcetri). Ajunsese pe culmile gloriei, după numeroase bătălii cîștigate, deci după o lungă perioadă de mulțumire și satisfacții. Venise vremea să conceapă în scris ideile sale despre teoria lui Copernic, la care se gîndise profund de-a lungul anilor, în confruntările cu sistemul închistat al lumii materiale și spirituale, susținut de biserică. Trebuia să impună un criteriu nou, opus dogmelor, criteriul realității și al adevărului. Spre 1630 se părea că și condițiile politico-sociale (cum le-am denumi azi) deveniseră favorabile publicării *Dialogului despre cele două sisteme principale ale lumii, ptolemeic și copernican*, de acum scrisă.

Dialogul... era cunoscut în toate cercurile interesate de opera lui Galilei. Principele Cesi, președintele Academiei dei Lincei, care o considera ca pe o lucrare fără pereche, ca pe ceva nemaiscris de la marii clasici încoace, se obligă să o publice cu mijloacele Academiei, dacă Galilei ar putea obține aprobarea forurilor oficiale pentru publicare. Însuși Papa știa din gura lui Galilei că *Dialogul*... expunea cele două sisteme, cel geocentric și cel heliocentric. În aceste condiții, Galilei a fost sfătuit de personalități ecleziastice să modifice textul privitor la susținerea fățișă a sistemului heliocentric, în orice caz să compună o *Prefață* și o *Încheiere*, în care să explice că tot ceea ce este expus în carte este o ipoteză teoretică, cu ajutorul acestei ipoteze putîndu-se calcula matematic mai lesne mișcarea planetelor.

După lungi tergiversări, care au durat peste un an, fără a modifica textul lucrării, Galilei compune o prefață pioasă, în care caracteriza teoria lui Copernic drept fantastică și contrară Sfintei Scripturi. În felul acesta, obține aprobarea cenzurii pentru publicare și *Dialogul*... apare în 1632, la Florența. Cunoscute fiind abilitatea în scris, umorul și ironia lui Galilei, după apariția cărții prelații și-au dat repede seama că au fost păcăliți prin acea pioasă prefață, conținutul cărții tratînd opoziția dintre cele două sisteme ale lumii, iar Galilei era net de partea sistemului heliocentric; acesta deschidea oamenilor o perspectivă nouă, conformă cu realitatea, dar opusă dogmelor bisericii.

Cînd Papa a aflat despre toate aceste lucruri s-a supărat foarte tare, mai ales că i s-au adus la cunoștință și evenimentele din 1616, cînd Galilei „consimțise“ să nu predea public și să nu răspîndească teoria heliocentrică. Papa s-a considerat înșelat de Galilei și a cerut ca savantul să fie chemat în fața Inchiziției.

În 1633, cînd s-a prezentat la Roma, Galilei avea aproape 70 de ani, era foarte bolnav, parțial orb. De ce a acceptat să se prezinte în fața Inchiziției? Era un catolic sincer? Avea încredere în Papă? Sau, cu toate că era înspăimîntat, deoarece cunoștea metodele Inchiziției, dorea să susțină cu tot curajul că ideile lui erau numai pur științifice, care nu aveau de a face cu biserica și nu lezau autoritatea bisericii?

Prima dată a fost interogat la 12 aprilie 1633, cînd, în fața a trei reprezentanți ai Inchiziției, trebuia să răspundă mai întîi la întrebări referitoare la evenimentele din 1616, despre care nu-și amintea să i se fi înmînat vreun document din care să rezulte că nu are voie să susțină teoria copernicană. Ca în mai toate cazurile în care cetățeanul se judeca cu oficialitățile timpului, i s-a arătat atunci un document-protocol, evident falsificat (în orice caz nesemnat, ceea ce Inchiziția nu făcea niciodată), în care, între altele, scria: „Padre Commissario impuse și porunci numitului Galilei, prezent, să lepede în mod absolut opinia copernicană... și să nu o respecte, să nu o răspîndească și să nu o apere în vreun mod, nici prin viu grai, nici în scris“. În fața „evidențelor“, dar și sfătuit de ambasadorul Toscanei la Sfîntul Scaun să fie cît mai moderat, precum și sub amenințarea cu tortura, în cele cîteva interogatorii, cu multe rezerve, Galilei s-a recunoscut vinovat, dar a făcut-o în cuvinte neconvingătoare.

Papa decisese probabil să-l închidă. Dintre 10 cardinali, trei nu au vrut să semneze verdictul. Spre cinstea lui, Francesco Barberini, fratele Papei, îl rugase pe Papă să-l ierte pe Galilei, iar cînd Papa a refuzat, Barberini l-a convins să-l condamne la închisoare pe viață, dar la domiciliu.

Sentința a fost citită în biserică, unde se aflau cardinalii membri ai Colegiului Inchiziției, judecătorii și alți înalți demnitari ai Bisericii. Între altele, în sentință se spunea: „Apărînd aici în ultimul timp o carte, tipărită la Florența anul trecut, a cărei inscripție arată că tu ai fi autorul ei, titlul fiind *Dialogul despre cele două sisteme principale ale lumii, ptolemeic și copernican*, și aflînd Sfînta Congregație că prin tipărirea numitei cărți se răspîndea tot mai mult falsa opinie a mișcării Pămîntului și a stabilității Soarelui, cartea a fost cercetată cu atenție și în ea s-a descoperit limpede transpunerea ordinului care ți s-a dat, tu însuți apărînd această părere, condamnată fiind chiar de tine, se întîmplă ca în cartea ta, prin diferite fraze abile, să te străduiești să ne convingi că tu o lași ca neclară și înadins probabilă, ceea ce constituie o greșeală foarte gravă, neputînd în nici un fel fi socotită probabilă o opinie declarată și definită contrar Scripturii divine“. În final sentința glăsuiește astfel: „Părîndu-ni-se

că nu ne-ai spus întregul adevăr în legătură cu intenția ta, am judecat că este necesar să te chemăm aici pentru un examen riguros, în care, fără nici un prejudiciu legat de ceea ce ai mărturisit și ai dedus despre intenția ta, ai răspuns ca un catolic.

Așadar, văzînd și socotind cu gravitatea cuvenită meritele situației tale, ca și mărturisirile de mai sus și scuzele ce trebuie luate în seamă, am ajuns la o sentință definitivă.

Invocînd deci Preasfîntul nume al Domnului Nostru Iisus Cristos și al Slăvitei Sale Mame, pururi Fecioară Maria, în numele acestei sentințe definitive, rostim, pronunțăm, hotărîm și declarăm că tu, Galilei, te-ai arătat în fața acestui Sfînt Oficiu, grav suspectat de erezie, anume de a fi socotit drept falsă o doctrină și în consecință ai încălcat toate cenzurile și pedepsele canoanelor sacre și alte constituții generale și particulare împotriva unor astfel de legi promulgate. De care sîntem mulțumiți să fii absolvit numai dacă tu, cu inimă curată și credință, abjuri, blestemi și detești în fața noastră erorile și ereziile de mai sus, ca și orice altă eroare și erezie contrară Catolicei și Apostolicei Biserici, în chipul și forma care ți se va spune de noi. Iar ca, pentru această gravă și primejdioasă eroare și înșelăciune, să nu rămîi cu totul nepedepsit și să fii mai prudent în viitor și bun exemplu pentru alții, care va trebui să se abțină de la asemenea nelegiuiri, ordonăm ca prin edict public să fie interzisă cartea *Dialogul* . . .

Te condamnăm la o închisoare formală în acest Sfînt Oficiu, la dispoziția noastră și, pentru penitențe salvatoare, îți poruncim ca timp de trei ani să vii să rostești o dată pe săptămînă cei șapte psalmi penitențiali, rezervîndu-ne nouă facultatea de a modera, schimba sau ridica în întregime sau în parte pedepsele și penitențele de mai sus".

Dar pentru a-l umili, pentru a ști și pe viitor cine este stăpînul, după ce a fost citită sentința în care era condamnat, Galilei a fost făcut să îngenuncheze, să admită că este mîndru și ambițios și să abjure teoria copernicană ca pe o eroare. Dăm in extenso textul abjurării, text care i-a fost dat de către prelați:

„Eu, Galileo, fiul lui Vincenzo Galilei din Florența, în vîrstă de 70 de ani, prezentîndu-mă personal la judecată și îngenunchind înaintea voastră, Eminenți și Preacuvioși Cardinali, constituiți drept Inchizitori generali pentru întreaga Republică Creștină, avînd în fața ochilor Sfînta Evanghelie, pe care o ating cu propriile mele mîini, jur că am crezut totdeauna tot ceea ce posedă, predică și învață Catolica și Apostolica Sfîntă Biserică. Dar fiindcă acest Sfînt Oficiu m-a avertizat ca în mod definitiv să părăsesc falsa opinie că Soarele este centrul lumii și că Pămîntul se mișcă, și că nu pot trata, apăra și predica învățătura în nici un mod, nici prin viu grai, nici în scris, numita falsă doctrină și după ce mi s-a notificat că numita doctrină este contrară Sfintei Scripturi, am scris și am dat tiparului o carte în care tratez aceeași doctrină deja condamnată și aduc cu multă insistență argumente în favoarea ei, fără a indica vreo soluție, am fost judecat cu vehemență, suspectat de erezie, pentru că am crezut că Soarele este centrul lumii și imobil și că Pămîntul nu este centrul ei și că se mișcă.

Prin urmare, dorind să îndepărtez din mintea Eminențelor Voastre și a oricărui creștin credincios această vehementă suspiciune, pe drept gîndită în legătură cu mine, cu inimă sinceră și credință nefericită, abjur, blestem și detest erorile de mai sus ca și ereziile și în general orice altă eroare, abatere și sectă contrare Sfintei Biserici; jur că în viitor nu voi mai spune și nici nu voi mai afirma, în scris sau prin viu grai, asemenea lucruri, pentru care aș putea fi suspectat și, dacă voi cunoaște vreun eretic sau bănuit de erezie, îl voi denunța acestui Sfînt Oficiu sau Titularului locului în care mă voi afla.

Jur și făgăduiesc să împlinesc și să execut în întregime toate penitențele care mi-au fost sau îmi vor fi impuse de acest Oficiu; și dacă voi contraveni uneia dintre aceste făgăduințe sau jurăminte — fie ca Dumnezeu să nu-mi dea acestea! — sînt dispus să mă supun tuturor pedepselor și caznelor care sînt prevăzute și promulgate de canoanele sfinte și alte legi generale și particulare, împotriva unor asemenea delincvenți. Așa să-mi ajute Dumnezeu și aceste Sfinte Evanghelii pe care le ating cu propriile mele mîini".

Vasăzică, după o viață închinată științei, țelurilor nobile ale descoperirilor și desăvîrșirilor unor noi teorii, vine o autoritate (în acest caz bisericească; în istoria culturală a omenirii se cunosc multe asemenea situații, chiar pînă în zilele noastre) și te obligă, amenințîndu-te cu schingiuiri sau cu alte pedepse, să renunți la crezul tău, chiar dacă este adevărat, chiar dacă el se sprijină pe realitatea nudă.

Abjurarea lui Galilei a fost publicată în toată Europa, spre învățarea de minte și a altora.

Dacă ne luăm după legendă, deîndată ce a terminat de citit abjurarea, Galilei ar fi spus: „eppur si muove" (adică „și totuși se mișcă"), după care a căzut sfîrșit. În mînăstire a stat numai cîteva zile, apoi i s-a permis să se mute în vila ambasadorului, iar mai apoi, tot cu domiciliu forțat, s-a mutat la Siena, la arhiepiscopul Ascanio Piccolomini, care era un admirator al lui Galilei.

La Siena, Galilei a stat cîteva luni, unde, încurajat de arhiepiscop și de oamenii de știință din oraș, i-a încolțit ideea scrierii unei noi opere, asupra descoperirilor făcute în mecanică, un tratat al noii științe.

I s-a permis apoi să se mute în casa lui, de la Arcetri, unde însă era considerat tot arestat la domiciliu. Abia în 1636 i s-a permis să se mute la Florența, să-și poată îngriji sănătatea, la peste 70 de ani avînd o cataractă, apoi un glaucom, ernie, reumatism.

Opera *Discursuri în jurul a două noi științe*, deși definitivată din 1635, nu a văzut lumina tiparului decît în 1638, după unele încercări nereușite în propria țară. Publicarea ei s-a lăsat să se înțeleagă că s-a făcut fără cunoștința autorului, la Leyda, în Olanda, de către Elsevier, care-i tradusese în latină, cu mult succes la publicul cult și alte opere, printre care și *Dialogul* ... În prima ediție a *Discursurilor* ... Elsevier îl prezintă pe Galilei la adevărata valoare, slăvind opera marelui deschizător de drumuri în știință: „ ... îi revin pe drept cuvînt primele merite, atît pentru motivul că a demonstrat netemeinicia multor motivări în jurul unor concluzii, făcută cu solide confirmări (cu care sînt pline operele sale publicate), cît și pentru că a descoperit cu telescopul (apărut mai întîi prin părțile noastre, dar adus de el la o perfecțiune cu

mult mai eficientă) și a dat, înaintea tuturor, vestea celor patru aștri, sateliți ai lui Jupiter, a adevăratei explicații a Căii Laptelui, a petelor solare, a reliefului și a părților nebuloase din Lună, a lui Saturn, alcătuit din trei corpuri, a planetei Venus, în formă de seceră, a calităților și dispoziției cometelor; ... Dar, mult mai mult se dovedește harul obținut de el de la Dumnezeu și de la natură (prin multă trudă și multe nopți nedormite) în opera de față, în care se vede că el a fost descoperitorul a două științe noi, demonstrate prin cele dintîi principii și baze concludente, adică în mod geometric; și, ceea ce face mai minunată această operă, este faptul că una dintre cele două științe tratează un subiect etern, foarte important în natură, speculat de toți în filozofie și despre care s-a scris foarte mult; vorbesc despre mișcarea locală, materie a multor întîmplări demne de admirat, de care nimeni nu s-a ocupat pînă acum; cealaltă știință, demonstrată și ea tot prin principii solide, are drept subiect rezistența pe care o depun corpurile cînd sînt puse la încercări, descoperire de mare utilitate, mai ales în științele și meșteșugurile mecanice, la rîndul ei plină de întîmplări și situații pînă acum neobservate. Se deschid cu aceste două noi științe așadar porțile pline de învățăminte, care, o dată cu progresul, vor fi veșnic perfecționate de către geniile omenirii; și nu cu puține concluzii se arată evoluția și trecerea la alte concluzii infinite, lucru care va fi ușor înțeles și recunoscut de oamenii de bună credință".

Cu toate că în ultimii ani era foarte bolnav, iar pe deasupra și orb, cu toate că se afla încă încarcerat la domiciliu, discipolii, prietenii, admiratorii i-au mîngîiat ultimii ani ai vieții, cînd se pare că nu-i mai păsa de Inchiziție și de ideile ei, cu atît mai mult cu cît, hulite și interzise de iezuiți, triumfaseră în Europa protestantă și, mai pe ascuns, și în cea catolică. Cu toată aparenta sincopă din timpul judecății sale, Galilei n-a renunțat, probabil, nici o clipă la idealul său în ceea ce privește știința: „Filozofia este scrisă în acea carte mare, care stă mereu în fața ochilor noștri, adică Universul; dar noi nu înțelegem cartea, dacă nu-i învățăm mai întîi limba și dacă nu stăpînim simbolurile în care este scrisă. Cartea este scrisă în limbaj matematic ... fără ajutorul căruia este

imposibil să se priceapă un singur cuvînt din ea şi fără de care umblăm în zadar printr-un labirint întunecos".

Galilei s-a săvîrşit din viaţă la 8 ianuarie 1642.

Legile mişcării planetelor

Un alt caz (dacă tot sîntem „puşi pe cazuri") îl constituie poate acela al cercetătorului norocos, căruia căutările, nu uşoare şi nici simple, îi sînt recompensate de rezultate pe măsura străduinţei.

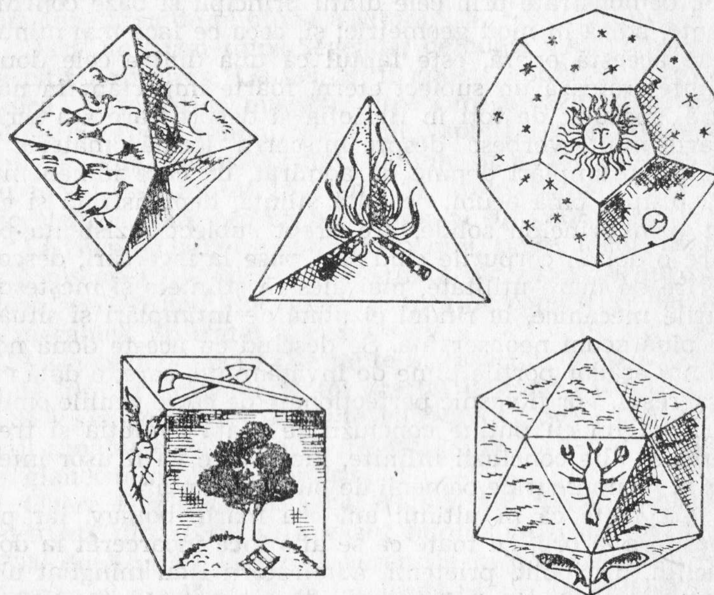


Fig. 1.

Unul dintre cei mai mari astronomi ai tuturor timpurilor, autorul celor trei legi ale mişcării planetelor, Johannes Kepler, s-a născut la Weilderstadt, în Württemberg (R. F. Germania), la 27 decembrie 1571. A studiat la Universitatea din Tübingen, unde astronomul Michael Mästlin i-a îndrumat paşii, iniţiindu-l în astronomie şi atrăgîndu-i atenţia asupra sistemului heliocentric, al lui Copernic. În 1597 Kepler a publicat prima lucrare, *Mysterium Cosmographicum* (titlul complet este *Prodomus Dissertationum Cosmographicarum continens Mysterium Cosmographicum de admirabili Proportione Orbium Coelestium, deque Causis Coeclorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis el propriis, demonstratum per quinque regularia corpora Geometrica**).

În această carte Kepler aduce argumente în favoarea teoriei lui Copernic şi arată că planele orbitelor planetare sînt apropiate, dar distincte. Pe cînd Copernic credea, în mod greşit, că aceste plane trec prin centrul orbitei terestre (eroare care a falsificat parţial cercetările sale), Kepler a stabilit că punctul lor comun este în realitate Soarele.

Dar această carte evidenţiază la autorul ei concepţii ce ni se par stranii. Kepler face eforturi mari pentru a asocia sistemul planetar celor cinci poliedre regulate, pe care le-au remarcat geometrii antichităţii (fig. 1). Această concepţie, aproape mistică (în sensul de încredere oarbă în ea), căreia Kepler i-a rămas fidel, este o transpunere a teoriilor lui Platon asupra afinităţii ce există între aceste corpuri geometrice şi proprietăţile elementelor pe care le reprezintă. Ca şi alţi savanţi, Kepler era tentat să lege mişcările aştrilor sistemului solar de poliedrele regulate şi de armonia muzicală. De aceea, el va face eforturi pentru determinarea cît mai precisă a elementelor geometrice şi cinematice ale traiectoriilor planetelor.

Succesul lui Kepler se baza pe faptul că, în concepţia sa, numai observaţia poate decide asupra valabilităţii unei legi ştiinţifice, ceea ce constituie de fapt şi una dintre bazele ştiinţei moderne.

În *Mysterium Cosmographicum*... Kepler atrăsese atenţia asupra studiului sistemului solar. Dar, pentru a-şi duce mai departe cercetările, el trebuia să plece de la observaţii astronomice mai precise decît cele de care dispunea pînă atunci. Împrejurări favorabile au făcut să poată utiliza numărul considerabil de mare de observaţii efectuate de cel mai bun observator al epocii, astronomul danez Tycho Brahe (1546—1601). Întîmplările au fost următoarele. Cînd, în cursul anului 1600, publicarea unui edict

* „Textul latinesc vorbeşte de la sine", spunea, într-o situaţie asemănătoare, într-o carte, regretatul profesor Teofil T. Vescan, acum vreo 30 de ani.

îndreptat împotriva protestanţilor l-a obligat pe Kepler să plece de la catedra pe care o ocupa la Graz, din 1594, Tycho Brahe, care era matematicianul împăratului Rudolf al II-lea din Praga, l-a invitat să lucreze pe lîngă el. Astronomul danez punea atunci la punct o nouă teorie a planetei Marte, iar Kepler l-a asistat în mod activ în cercetările sale. Peste un an Brahe a murit, iar Kepler a fost numit matematician al curţii. Moştenitorii lui Brahe i-au lăsat lui Kepler manuscrisele şi registrele de observaţii. Kepler a profitat de cantitatea enormă de date pentru a continua (de fapt a relua în mod personal) studiul teoriei mişcării planetei Marte; dar pînă la urmă, cercetările lui au dus, după lungi eforturi, la cele trei legi, care constituie fundamentul astronomiei moderne.

În anii 1604—1605 Kepler descoperise de acum primele două legi ale sistemului planetar. Pe de o parte, legea ariilor, care precizează deplasarea fiecărei planete pe traiectoria sa, afirmînd că aria măturată de raza vectoare care uneşte Soarele de planetă este constantă în unitatea de timp (se mai spune că viteza areolară este constantă). Pe de altă parte, o lege geometrică, ce afirmă că traiectoriile planetelor sînt elipse, care au unul dintre focare în Soare, ceea ce a dat o lovitură de graţie credinţei milenare (credinţă îmbrăţişată şi de Copernic) după care mişcarea circulară este absolută. Aceste două descoperiri, care, împreună cu cea de a treia, vor deveni sîmburele astronomiei, au fost publicate de Kepler, în 1609, în „Astronomia Nova“, publicaţie finanţată de Rudolf.

Pentru a putea urmări deplasarea unei planete ca Marte, astronomul se lovea de o dificultate considerabilă, care rezultă din deplasarea simultană a punctului de observaţie. Aşa că, într-o primă etapă, Kepler a depus eforturi serioase pentru a ameliora cunoaşterea orbitei terestre. Dar, în acest scop, el trebuia să dispună de o bază, de un reper. Pentru aceasta el a ales dintre observaţiile Soarelui şi ale planetei Marte, făcute de Tycho Brahe, pe acelea care corespundeau unor intervale de 687 de zile, durata revoluţiei lui Marte. Dispunînd astfel de o bază fixă, segmentul care uneşte Soarele cu punctul determinat al orbitei lui Marte, în care această planetă se regăseşte după fiecare revoluţie, Kepler a putut determina diferite puncte ale orbitei terestre. Aceste prime calcule i-au

arătat că această curbă poate fi reprezentată printr-un cerc, al cărui centru se află la o distanţă de Soare egală cu 18/1 000 din raza curbei. Prin acest fapt, prima etapă a cercetărilor sale părea să confirme, cel puţin ca ipoteză de lucru, teoria excentricelor, a lui Ptolemeu; în acelaşi timp, aceste calcule i-au permis să îmbunătăţească datele corespunzătoare, referitoare la orbita terestră. Mica excentricitate a acestei orbite a jucat astfel un rol favorabil în calculele lui Kepler, justificînd, cel puţin în prima aproximaţie, această ipoteză inexactă, dar indiscutabil simplificatoare.

Cunoscînd mai precis traiectoria Pămîntului, Kepler a putut aborda studiul mişcării lui Marte. Ipoteza de la care plecase este însă complet eronată: el credea că la originea mişcării planetelor se află o forţă analoagă forţelor magnetice şi determinată de rotaţia Soarelui în jurul axei sale. El îşi imagina că pentru fiecare planetă *P*, această forţă ce provine din Soare se exercită tangenţial la traiectoria lui *P*, intensitatea sa fiind invers proporţională cu distanţa pînă la *S* (Soarele) (fig. 2).

De aici el credea că ar putea deduce că viteza planetei este invers proporţională în fiecare moment cu distanţa dintre planetă şi Soare. Descoperirea legii atracţiei universale de către Newton a arătat că această concepţie este inexactă, dar că eroarea se anulează la cele două extremităţi ale axei traiectoriei (afeliu şi periheliu). Verificările pe care le făcuse Kepler se referă numai la aceste

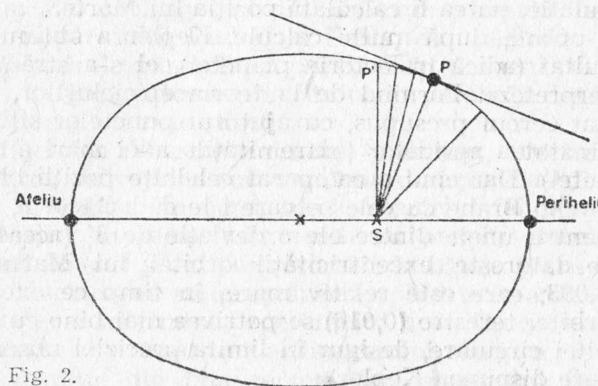


Fig. 2.

puncte, așa că eroarea comisă nu putea fi remarcată. Prin această teorie, timpul în care o planetă parcurge un arc de cerc elementar $PP'=ds$, al traiectoriei sale, va fi proporțional cu SP și cu ds. Împărțind un arc finit într-o serie de arce elementare de aceeași lungime, se verifică faptul că timpul necesar pentru a parcurge acest arc este proporțional cu suma razelor vectoare care corespund diferitelor puncte de diviziune. Pentru continuarea acestui raționament era necesară o integrare. Dar cum nu știa s-o facă, Kepler a înlocuit atunci suma razelor prin aria sectorului măsurat de raza vectoare a planetei. Era o foarte mare eroare de principiu, iar Kepler și-a dat perfect seama de acest lucru; însă cum această eroare îi permisese să ajungă la legea ariilor, pe care el o recunoștea conformă cu observațiile de care dispunea, a păstrat-o, în lipsa unei explicații mai bune.

Astfel, două erori succesive, una involuntară și alta conștientă, l-au dus pe Kepler la o lege fizică a cărei exactitate concretă era verificată. Regretînd eroarea justificării sale, concordanța cu observațiile l-a determinat pe Kepler să păstreze concluziile și să-și continue cercetările.

Dispunînd de o orbită terestră suficient de exactă și de o lege de mișcare corectă, Kepler a trecut la determinarea traiectoriei lui Marte. Din două observații făcute la un interval de 687 de zile (durata revoluției lui Marte, cum spuneam) asupra unei poziții unice a acestei planete și din cele două poziții corespunzătoare ale Pămîntului, cu ajutorul legii ariilor, printr-un simplu calcul de triangulație, putea fi calculată poziția lui Marte.

Cînd, după multe calcule, Kepler a obținut acest rezultat (adică traiectoria planetei), el s-a străduit să-l interpreteze. Pornind de la teoria epiciclurilor, a determinat cercul presupus, cu ajutorul punctelor situate în vecinătatea apsidelor (extremitățile axei mari a orbitei planetei). Dar cînd a comparat celelalte poziții observate de Tycho Brahe cu cele pe care i le dădea teoria, a constatat pentru unele dintre ele o deviație de 8′ (această deviație se datorește excentricității orbitei lui Marte, egală cu 0,093, care este relativ mare, în timp ce excentricitatea orbitei terestre (0,016) se potrivea mai bine cu ipoteza orbitei circulare, desigur în limita preciziei observațiilor de care dispunea Kepler).

Cu o mare siguranță în gîndire, dar și cu o nespusă onestitate, el a văzut cauza acestei deviații nu în imperfecțiunea observațiilor lui Tycho Brahe, ci în caracterul eronat al ipotezei teoriei sale.

Mai tîrziu, Kepler scria: „Bunătatea divină ne-a dat în Tycho un observator atît de fidel, încît această eroare de 8′... este imposibilă (în observațiile lui). Trebuie să mulțumim Domnului și să tragem foloase din aceasta; trebuie să descoperim viciul ipotezei noastre... Aceste 8′, pe care nu ne e permis să le neglijăm, ne vor da posibilitatea să reformulăm întreaga astronomie“.

Încercînd să creeze o nouă teorie, care să se potrivească mai bine cu datele de observație, Kepler a observat că punctele eronate erau plasate în interiorul cercului pe care îl construise. El a încercat atunci să înlocuiască acest cerc printr-o curbă ovală, al cărei vîrf era la periheliu (punctul cel mai apropiat de Soare); dar aplicarea legii ariilor unei asemenea traiectorii se dovedea deosebit de dificilă, iar concordanța cu observațiile era imperfectă.

În fine, după noi tentative infructuoase, complicate la un moment dat de o eroare de calcul, după ce a încercat vreo 70 alte tipuri de orbite care se pot concepe, Kepler a constatat că ipoteza unei elipse, în care Soarele se află într-un focar, concordă foarte bine cu observațiile și permite aplicarea lesnicioasă a legii ariilor. Descoperind această traiectorie, entuziasmul lui Kepler a devenit nemărginit: „Eu m-am trezit dintr-un somn profund, o nouă lumină s-a abătut asupra mea“.

Mai redăm aici un fragment din dedicația adresată de către Kepler împăratului Rudolf al II-lea, din „Astronomia Nova“; îi scria împăratului o parabolă în termeni cazoni, ceea ce îi făcea plăcere augustului, o parabolă despre această imensă victorie științifică:

„Aduc Majestății Voastre un nobil prizonier, fructul unui război greu, întreprins sub comanda dumneavoastră. Dintre toate invențiile omenești, nimic n-a triumfat pînă acum mai deplin; în zadar astronomii au pregătit totul pentru luptă; în zadar și-au pus resursele la bătaie și trupele în marș. Jucîndu-se cu încercările lor, Marte le-a distrus mașinăriile și le-a minat speranțele; liniștită, ea s-a ascuns în secretul de nepătruns al imperiului său și a răpit treptele savante din fața cercetărilor inamicului. În

ceea ce mă privește, eu trebuie să laud, înainte de orice, activitatea și devotamentul viteazului căpitan Tycho Brahe... Observațiile sale, pe care mi le-a lăsat ca moștenire, m-au ajutat să alung această teamă vagă și nedefinită, pe care o încerci de obicei în fața unui inamic necunoscut. În timpul incertitudinilor luptei, ce dezastru, ce flagel au bîntuit tabăra noastră. Pierderea unui comandant ilustru, predarea trupelor, boli molipsitoare, totul ne sporea mîhnirea. Fericirile ca și nenorocirile casnice răpeau acestor probleme un timp care altfel mi se datora... Privați de toate, soldații dezertau în masă; noii recruți nu fuseseră instruiți cum se cuvine și, culmea, lipseau și proviziile!

În fine, într-un tîrziu, inamicul se resemnează, vrea pace și, prin intermediul mamei sale Natura, îmi trimite mărturisirea înfrîngerii sale, se declară prizonier, iar Aritmetica și Geometria îl escortează fără rezistență pînă în lagărul nostru".

Și, după ce dezvăluie dorința sa de a studia traiectoriile altor planete, Kepler termină dedicația printr-o grăbită cerere de bani.

Într-adevăr, sarcina lui Kepler nu se terminase. Dacă aplicarea la traiectoriile celorlalte planete a celor două legi descoperite se dovedea relativ ușoară, pentru a termina edificiul rămînea să descopere relația dintre mișcările acestor aștri. Desigur, în *Mysterium Cosmographicum*... el aborda deja această problemă, dar soluția pe care o schița se sprijinea mai mult pe idei preconcepute, decît pe observații precise: „Luați sfera Pămîntului drept primă măsură și circumscrieți-i un dodecaedru regulat; sfera care îl conține este cea a lui Marte. Circumscrieți-i acesteia un tetraedru regulat și sfera care îl conține este cea a lui Jupiter. Circumscrieți-i acestei sfere un cub și sfera care îl închide în ea va fi cea a lui Saturn. Pe de altă parte, în sfera Pămîntului înscrieți un icosaedru și sfera înscrisă în el va fi cea a lui Venus. În fine, în aceasta înscrieți un octaedru, iar sfera înscrisă va fi cea a lui Mercur".

Mai tîrziu Kepler a găsit relații cantitative între diferite aspecte ale mișcării planetelor, dar ele se bazau pe aplicarea noțiunii de armonie a sferelor.

La scurt timp după ce publicase *Comentariu despre mișcarea lui Marte*, în 1612, Kepler a părăsit Praga, continuîndu-și activitatea la Linz.

Kepler a revenit asupra relației dintre mișcările planetelor cu ocazia pregătirii cărții *Harmonices mundi* („Armonia lumii") (lucrare voluminoasă, apărută în 1619, în care sînt strînse laolaltă calcule precise și lungi perorații cvasimistice). La începutul lui martie 1618 el întrevăzuse legea care leagă duratele revoluțiilor de dimensiunile axelor orbitelor diverselor planete. Dar, înșelat de o eroare de calcul, el a renunțat cîtva vreme la această problemă, revenind la ea în mai 1619. Ca de obicei, el a anunțat cu un entuziasm fără margini, în ultima parte a lucrării, această magnifică descoperire, înecată într-un noian de discursuri, a căror inspirație mistică și lipsă de coerență contrastează izbitor cu grandoarea sa austeră. „Proporția între distanțele medii a două planete este exact 3/2 din proporția timpurilor periodice" (formularea aproximativă de astăzi a acestei legi este: pătratele duratelor de revoluție sînt proporționale cu cuburile semiaxelor mari ale orbitelor).

Kepler a dezvoltat și completat doctrina lui Copernic; tot el a fost și un mare popularizator al acestor teorii. *Expunerea prescurtată a astronomiei lui Copernic*, editată de Kepler în anii 1618—1620, a devenit foarte cunoscută. Prin descoperirea „celor trei legi ale lui Kepler" și cu ajutorul acestei cărți, a fost complet zdrobit vechiul sistem al lumii, cel „al lui Ptolemeu", plus vechile concepții, iar teoria heliocentrică a lui Copernic devenea pe deplin confirmată.

În această *Expunere*... s-au reflectat în cea mai mare măsură complexitatea și caracterul contradictoriu al concepțiilor lui Kepler despre lume.

Activitatea lui Kepler nu s-a limitat numai la aceste cercetări cu caracter mai mult matematic. Oricît de mari au fost greutățile existenței sale, pînă la moarte el a continuat să fie și un observator dintre cei mai perseverenți. Luînd legătura cu Galilei, a studiat, din 1618, cometele, recunoscînd natura lor cerească (unii mai vedeau în ele niște meteori, adică un fel de fenomene atmosferice), iar apoi petele din Soare. În 1627, la Ulm, unde a fost nevoit să-și caute, din nou, refugiul, Kepler a publicat *Tabulae*

Rudolphinae, ca un omagiu adus protectorului său, Rudolf al II-lea. Aceste tabele sînt de fapt primele efemeride ale planetelor, calculate pe baza celor trei legi. Ele sînt dedicate matematicianului scoțian John Napier (Neper), fiindcă folosirea logaritmilor a înlesnit considerabil calculul lor. Cu ajutorul acestor tabele, Kepler a putut prevedea fenomene caracteristice planetelor; încă din 1629, el anunțase trecerea lui Mercur prin fața Soarelui, la 7 noiembrie 1631 și trecerile planetei Venus de la 4 decembrie 1639 și de la 6 iunie 1761. Timp de un secol aceste tabele au constituit materialul de bază pentru toți astronomii.

Descoperitorul legilor mișcării planetelor s-a stins din viață împăcat, văzîndu-și împlinite și acceptate de lumea științifică ideile, în anul 1630.

Geniul lui Newton și atracția universală

Este greu de spus cui îi pare rău cînd moare de bătrînețe și cui nu-i pare rău. Poate că lui Galilei nu ar fi trebuit să-i pară rău. Lăsa în urmă o operă măreață, îndreptase știința pe un drum nou, iar marile descoperiri erau continuate și finisate de învățăcei credincioși. Dar poate că n-ar fi trebuit să-i pară rău chiar și numai pentru faptul că preda ștafeta, cronologic vorbind, uneia dintre cele mai bogate minți, unuia dintre cei mai mari descoperitori de legi ale fizicii din toate timpurile. Deoarece, în 1642, anul morții lui Galileo Galilei, se năștea, la Woolsthorpe, Isaac Newton.

Tatăl lui Newton, dintr-o familie din Lincolnshire, n-a apucat să-și vadă odrasla. Mama lui, ca o bună mamă, a vrut să-i facă rost totuși de un tată și s-a recăsătorit. Este desigur numai o întîmplare faptul că Newton a avut o copilărie nu prea fericită. O fată din vecini își amintea peste ani de el ca despre un băiat sobru, gînditor, liniștit, care nu fusese văzut niciodată jucîndu-se cu copiii, spre amuzamentul lor răutăcios. Pe cînd Isaac Newton avea 14 ani, tatăl lui vitreg a murit. Pentru a nu pierde tradiția familiei, mama lui l-a pus să aibă grijă de moșie. Ori fiindcă era prea necopt, ori poate pentru că nu avea nici talent, nici tragere de inimă, încercarea n-a avut succes. Umanitatea a avut numai de cîștigat cînd mama lui l-a

dus pe Newton din nou la școală, iar în 1660 l-a trimis la Cambridge, la Trinity College.

La Cambridge a lucrat sub conducerea maestrului Isaac Barrow, clasicist, astronom și cunoscută autoritate în optică. Primul biograf al lui Newton, Fontenelle (mare și talentat popularizator al științei de la sfîrșitul secolului al XVII-lea și începutul celui de-al XVIII-lea), scria că, învățînd matematica, Newton nu l-a studiat pe Euclid, care îi părea prea simplu și plat și nu voia să-și piardă timpul cu el; Newton l-a înțeles aproape înainte de a-l citi și o simplă privire asupra conținutului teoremelor era suficientă pentru a-l face stăpîn pe Euclid. Așa că Newton a înaintat imediat la geometria lui Descartes, la optica lui Kepler etc.

Barrow a sesizat însușirile ieșite din comun ale lui Newton. Una dintre cele mai delicate bucurii ale unui profesor i se înfățișa lui Barrow sub forma minunatului, extraordinarului student, Isaac Newton. În 1669 profesorul a părăsit catedra de matematici de la Trinity College, pentru a putea să o ocupe Newton.

Barrow însă nici nu cunoștea importanța studiilor pe care Newton le începuse în secret. Pentru că în 1669 fostul maestru al lui Newton a publicat o carte de optică, demodată înainte de a fi tipărită, din cauza experiențelor de optică ale lui Newton, mult mai avansate. Lui Newton nu-i era ușor să comunice aceste descoperiri sau alte meditații din acea vreme, în primul rînd, probabil, din delicatețe. Pentru că în studiile preliminare, de la vîrsta de 23 de ani, Newton schițase un tablou al fizicii, clasice pentru noi, tablou radical la acea vreme. Dacă ar fi să-l comparăm pe marele savant cu mulți alții recunoscuți pentru meritele lor aceștia din urmă, spre deosebire de Newton, și-au clădit cariere strălucite pe baza inovațiilor din tinerețea lor.

Pentru a scăpa de ciuma care bîntuia la Cambridge în 1665, Newton s-a refugiat la conacul mamei sale, la Woolsthorpe. Cum stătea într-o zi în grădină, un măr ce cădea i-a îndreptat mintea „spre o speculație a puterii gravitației: această putere nu este diminuată sensibil nici la cea mai mare distanță de centrul Pămîntului, la care se poate ajunge (la vîrfurile celor mai înalte clădiri, la vîrfurile celor mai înalți munți); îi părea rezonabil să conchidă că

această putere trebuie să se extindă mult mai departe decît se închipuie de obicei; de ce nu la înălţimea Lunii? şi-ar fi zis el sie însuşi. Iar dacă-i aşa, mişcarea Lunii ar trebui să fie influenţată de gravitaţie; poate că Luna este reţinută pe orbita ei de această putere". Aşa scria Henry Pemberton, care a stat mult timp cu Newton, pe cînd Newton era bătrîn. Pemberton a scris una dintre primele şi cele mai bune explicaţii ale sistemului lui Newton.

Aşa spune legenda: acel măr ce cădea din pom i-a sugerat lui Newton ideea legii atracţiei universale. Unii spun că legenda ar fi fost pusă în circulaţie de Voltaire, care spunea că o ştie de la M^{me} Conduit, o nepoată a lui Newton. Sieur Turner, pastor (mort în 1853), mai tîrziu ajuns posesor al lucrurilor lăsate de Newton la Woolsthorpe, a contribuit şi el la perpetuarea legendei. Pastorul, care avea un adevărat cult faţă de tot ce aparţinuse lui Newton, pusese o placă comemorativă în camera în care Newton îşi elaborase primele studii. Turner era sincer convins că ştie copacul cu pricina şi-l îngrijea cu evlavie. Dar după cîţiva ani după ce pastorul ajunsese stăpîn la Woolsthorpe, mărul a fost doborît de o furtună. Pentru a nu dispărea cu totul în foc sau prin putrezire, pastorul şi-a făcut din el un scaun, pentru a avea totdeauna la îndemînă copacul.

Cel puţin se pare că e sigur că începînd cu 1666 Newton îşi spunea că greutatea nu se putea mărgini numai la împrejurimile Pămîntului şi la munţii cei mai înalţi, ci că ea trebuie să se extindă, ca o forţă descrescătoare, chiar pînă la Lună.

Dar în acea retragere temporară a lui Newton la conacul mamei sale meditaţia lui asupra gravitaţiei nu era un fapt întîmplător şi discontinuu, la sfîrşitul colegiului. Newton însuşi a lăsat un fragment de memorii asupra acestor direcţii ale descoperirilor lui, care suna cam aşa: „Am găsit metoda (a fluxiunilor — calculul infinitezimal, n.n.) treptat, în anii 1665—1666. La începutul anului 1665 am găsit o metodă de a aproxima seriile şi o regulă pentru reducerea oricărei puteri a unui binom la astfel de serii (adică descoperise formula binomului). În acelaşi an, în mai, am găsit metoda tangenţei, a lui Gregory şi Slusius, iar în noiembrie metoda directă a fluxiunilor (cum zicem azi, calculul diferenţial); în anul următor, în ianuarie, am găsit teoria culorilor, iar în mai am intrat în metoda inversă a fluxiunilor (azi, calculul integral). În acelaşi an am început să mă gîndesc asupra gravitaţiei şi, extinzînd metoda inversă asupra Lunii, am găsit cum să evaluez forţa cu care un glob ce se învîrte într-o sferă presează asupra sferei; de la regula lui Kepler, a timpilor periodici ai planetelor, care sînt într-o proporţie de 3/2 cu distanţele lor de la centrele orbitelor, am dedus că forţele care menţin planetele pe orbitele lor trebuie să fie reciproc (invers proporţional — am zice) cu pătratele distanţelor lor de la centrele orbitelor pe care evoluează; compunînd apoi forţa cerută pentru a ţine Luna pe orbita ei cu forţa gravitaţiei de la suprafaţa Pămîntului, am găsit rezultate foarte apropiate. Toate acestea s-au petrecut în cei doi ani de ciumă, 1665 şi 1666, fiindcă în acele zile eram în floarea vîrstei mele, potrivită pentru descoperire; atunci mi-au pătruns în minte matematica şi filozofia, mai mult decît în orice timp al vieţii mele de atunci încoace".

Dintre descoperirile făcute, calculul diferenţial şi calculul integral, compoziţia luminii, legea gravitaţiei, primele două erau fundamentale, ultima fiind şi fundamentală şi cu implicaţii largi în dezvoltarea ulterioară a astronomiei. Din instinct, Newton s-a întrebat nu ce forţe ţin planetele pe orbite, ci în ce proporţii sînt aceste forţe. În mare parte Newton era un geniu al cercetării. El preluase legile mişcării planetelor de la Kepler (Kepler se servise de ele pentru „tendinţa tangenţială a legilor simpatice"); luase de la Descartes argumentul că mişcarea curbilinie aduce o constrîngere inerţiei (în loc să formuleze cantitatea acestei constrîngeri, Descartes a imaginat un mecanism); preluase de la Galilei ideea că, deşi mişcarea este obiectul ştiinţei, ceea ce se compară numeric (se pune în formule) este schimbarea mişcării (Galilei căuta sursa mişcării, dar nu şi-a pus niciodată întrebarea cum ar putea fi legate printr-o lege acceleraţia mişcării şi forţa care o produce; Galilei rămîne fondatorul cinematicii, pe cînd lui Newton îi rămăsese să formuleze dinamica).

Scrierile lui Christiaan Huygens conţin piesa ce lipsea. „Cred că ceea ce M^{r} Huygens a publicat de atunci asupra forţei centrifuge este făcut înaintea mea" scria Newton cu neplăcere (fiindcă există o lăcomie în a desco-

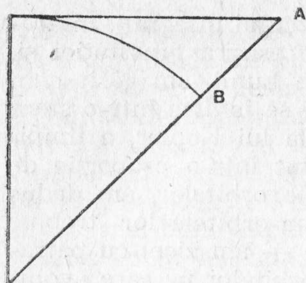


Fig. 3.

peri, care poate fi unul dintre resorturile intime și importante ale dezvoltării științei). Analiza forței centripete, făcută de Huygens, consideră mișcarea circulară uniformă și circular accelerată. Se pare că Newton obținuse același rezultat, ignorînd demonstrația lui Huygens. Dar Newton a văzut ceea ce nu văzuse Huygens: că orice accelerație presupune o forță și că dacă Luna și mărul se mișcă sub acțiunea aceleiași forțe, atunci mecanica cerească devine instanța sublimă a mișcării inerțiale sub acțiunea unei legi, a unei forțe universale.

Considerațiile pe care le făcea Newton erau simple și ingenioase. El imagina o orbită circulară a Lunii. Dacă această orbită e descrisă și ca urmare a atracției exercitate de Pămînt, atracția trebuie să aibă ca efect menținerea Lunii pe cerc (fig. 3). În cazul în care atracția ar înceta, în virtutea forței centrifuge, Luna ar porni pe tangenta la cerc și s-ar îndepărta. Atracția exercitată de Pămînt o readuce însă pe cerc; este tocmai segmentul pe care Luna cade spre Pămînt. Calculînd valoarea segmentului AB, pe baza considerațiilor de mai sus, Newton găsise că într-un minut Luna ar trebui „să cadă" cu $13\frac{1}{3}$ picioare* ($AB=13\frac{1}{3}$ picioare). Dar din determinările epocii, presupunînd legea cunoscută, Newton găsea $AB=15\frac{1}{2}$ picioare. Acest rezultat nu coincidea cu valoarea de $13\frac{1}{3}$ picioare, valoare dedusă din mișcarea Lunii, și de aceea Newton a părăsit această cercetare.

* Unitate engleză de măsură a lungimii; 1 picior=0,3048 m.

După cum se vede, Newton nu s-a grăbit să formuleze legea gravitației universale. Nici nu a generalizat măsurarea forței prin intermediul accelerației în legile mișcării. A lăsat lucrul de-o parte, necomunicînd aceste mari descoperiri vreme de 13 ani. S-a întors la Cambridge și și-a reluat lucrările de optică.

Au fost avansate mai multe explicații care să justifice această întîrziere. Mai întîi nu avea o cifră corectă pentru dimensiunile Pămîntului (atunci se considera că un grad de meridian avea 60 de mile*, în loc de 69,5 mile, cît este valoarea corectă). Pe urmă s-a mai spus că Newton credea că dezacordul dintre calculele pe cele două căi ar fi putut fi datorat altor forțe, care acționează concomitent cu gravitația — vîrtejurile lui Descartes, de exemplu, fiindcă el nu era pregătit să introducă vidul ca arenă a manifestării gravitației. Dar, ceea ce era mai important, i-a scăpat o demonstrație esențială. El a tratat Luna și Pămîntul ca puncte, cu toată masa concentrată în centru. Totodată, Newton n-a putut nici detrona teoria care justifica mișcarea Lunii. Teoria a fost dusă la capăt cînd a reușit să rezolve foarte dificila problemă de integrare, care apărea, chestiune care a fost definitivată abia în timpul în care-și scria *Principiile* ... Deși posteritatea este fascinată de profunzimea intuiției sale, Newton a ajuns cu greu la rezultat, înaintea contemporanilor săi, cu excepția faimoasei demonstrații geometrice.

În 1679 Newton a intrat public în arena mecanicii cerești, deși desigur meditase în liniște la primele sale idei. La 28 noiembrie, printr-o scrisoare adresată lui Hooke, pe atunci secretar al Societății Regale**, Newton a propus Societății o experiență ce trebuia să dovedească direct rotația Pămîntului, de care unii se mai îndoiau încă.

Tycho Brahe precum și alți astronomi ai secolului al XVII-lea credeau că un corp care cade liber trebuie să devieze la vest față de verticală, dacă Pămîntul se rotește, deoarece în timpul căderii corpului, Pămîntul s-a deplasat spre est. Cum însă nu se observase o asemenea deviație, ei conchiseseră că Pămîntul nu se rotea în jurul propriei axe.

* Unitate de măsură pentru distanțele terestre; 1 milă=1 609,344 m.

** Academia de Științe a Marii Britanii.

Ceea ce presupunea Newton era o propoziție complet opusă. El afirma că un corp care cade liber de la o anumită înălțime trebuie să atingă Pămîntul într-un punct situat la est față de verticala locului de lansare. Explicația pe care o dădea și pe care o credea valabilă, fără să fi fost însă dovedită experimental, era următoarea: punctul în care se găsea inițial corpul descrie un cerc mai mare în sensul de rotație a Pămîntului decît punctul de pe sol (totul fiind considerat în raport cu centrul Pămîntului), așa că acel punct (punctul de lansare) are o viteză mai mare. Din combinarea acestei viteze cu viteza datorată căderii libere rezultă un punct al căderii corpului plasat la est de verticala locului inițial (care, evident, s-a deplasat și el).

Propunerea lui Newton a fost bine primită de Societatea Regală, care l-a însărcinat pe experimentatorul Hooke să o încerce cît mai curînd posibil. Hooke amîna însă mereu experiența și, în loc să comunice în ședința următoare rezultatul, îi răspunse lui Newton că un corp care cade nu trebuie să devieze exact la est, ci, mai curînd la sud-est, că în aer el ar trebui să descrie o spirală eliptică, excentrică, nu o spirală simplă, cum credea Newton. În urma insistențelor Societății, Hooke a executat experiența la 10 decembrie 1679. Dar experiența fusese imprecisă, iar înălțimea de 27 de picioare insuficientă, astfel încît nu s-a obținut nici un rezultat. În mod curios, experiența nu este menționată în protocoalele Societății Regale, nici în „Philosophical Transactions“, care de fapt nici n-au apărut între 1679 și 1683, nu se știe de ce. În treacăt fie spus, exista părerea că Societatea Regală este alcătuită dintr-un grup de excentrici, care credeau că nu au altceva mai bun de făcut decît „să cîntărească aerul“ (nimic nou sub soare!). Se presupune că la această societate se gîndise Swift atunci cînd i-a descris pe filozofii din Laputa, care încercau să obțină raze de soare din castraveți. Cine crede în ceea ce face trebuie însă să aibă și curajul de a persevera, chiar atunci cînd devine obiectul zeflemelelor și pamfletelor.

Experiențe ulterioare au dovedit fără putință de tăgadă că presupunerea lui Newton era adevărată. Le pomenim pe următoarele: cea a lui Guglielmini, din 1791, de la turnul Asinelli, din Bologna, turn înalt de 90 de picioare; cea a lui Benzenberg, din 1802, realizată la turnul

St. Michel, din Hamburg, înalt de 235 picioare; cea a lui Reich, din 1832, efectuată la Freiburg în puțul „Trei frați“, cu o adîncime de 488 picioare, care a fost realizată cu cea mai mare precizie posibilă. În toate experiențele sferele deviau spre est.

Hooke susținea că un corp care cade, datorită rezultantei acțiunilor greutății și forței centrifuge, descrie o elipsă în vid. După cum spunea el însuși, într-o scrisoare adresată lui Halley în 1686, afirmația de mai sus l-a condus pe Newton la următoarea propoziție, foarte importantă: „O planetă asupra căreia acționează o forță invers proporțională cu pătratul distanței va descrie o elipsă, cu Soarele în focar“.

În acea vreme Newton era convins că descoperise virtuala cauză a mișcării corpurilor cerești; neputînd însă confirma teoria prin vreo experiență, nu îndrăznea să o expună oficial, deschis. Însă, într-o zi de ianuarie 1682, la o ședință a Societății Regale, la care asista și Newton, printr-o fericită întîmplare era vorba despre noua măsurătoare a meridianului Pămîntului, efectuată de Jean Picard, în 1679. Newton nu cunoștea rezultatul acestei măsurători, dar a luat o copie a memoriului științific, s-a întors la Cambridge și a reluat calculul pe care-l abandonase în 1666. Înainte de a-l termina, întrevăzu că teoria sa era confirmată; bucuria lui a fost atît de mare, devenise atît de surescitat, încît cîteva zile nu a mai putut continua calculele. A mărturisit cîtorva prieteni că făcuse o mare descoperire și s-a pus din nou pe muncă, iar la sfîrșitul lui 1683 a trimis principalele rezultate la Societatea Regală, fără a aduce însă și dovezi.

Între timp, celebrul arhitect Sir Christopher Wren încerca de cîțiva ani să reproducă mișcarea planetelor prin combinarea a două forțe: una care emana din Soare, la care se adăuga un șoc lateral.

La rîndul său, Halley, bazîndu-se pe legea a treia a lui Kepler, ajunsese la aceeași concluzie: forțele centrifuge ale planetelor erau invers proporționale cu pătratul distanțelor lor față de Soare.

Într-o zi, cînd ultimii doi se întrețineau despre această problemă cu Hooke, acesta din urmă a afirmat că explicase deja toate mișcările corpurilor cerești cu ajutorul legii de mai sus. Wren și Halley au declarat că nu credeau

ce spune Hooke și l-au rugat să le arate o demonstrație. Dar Hooke refuza, deși Wren și Halley îi propuseseră ca, în schimbul demonstrației pe care ar fi făcut-o publică, să-i cumpere o carte de 40 șilingi (ceea ce era o sumă importantă, iar Hooke, era, probabil, ceva mai strîns la pungă).

Tot cam atunci, prin august 1684, Halley s-a dus la Newton cu scopul de a obține de la el demonstrația legilor pe care le enunțase mai înainte și cu făgăduiala că va comunica toate lucrările lui, privitoare la această chestiune, Societății Regale. Newton a consimțit și a trimis vicepreședintelui Hoskins un memoriu cu titlul *Philosophie naturalis principia mathematica*. La 28 aprilie 1686 memoriul a fost prezentat elogios de doctorul Vincent, care a conchis că Newton formulase atît de bine subiectul, încît nu mai era nimic de adăugat.

Hooke, care a asistat și el la ședință, s-a supărat foarte tare și a afirmat răspicat că el era cel care-i dăduse lui Newton primele indicații asupra acestei descoperiri. A apelat chiar la comunicările pe care pretindea că i le făcuse vicepreședintelui Hoskins, dar Hoskins a declarat că nu-și amintește nimic.

Toate au ajuns și la urechile lui Newton, care nu participase la ședință. Extrem de mînios, la 20 iunie 1686 i-a scris lui Halley o misivă, care conținea cam următoarele. El, Newton, într-o scrisoare din 14 ianuarie 1672 îi spusese lui Huygens cîte ceva despre descoperirea lui. Scrisoarea fusese trimisă doctorului Oldenburg, pe atunci secretar al Societății Regale, pentru a-i expedia scrisoarea lui Huygens. Dar Oldenburg avea obiceiul să păstreze originalul și să trimită destinatarului doar o copie. Hîrtiile lui Oldenburg au căzut în mîinile lui Hooke și era foarte posibil ca Hooke să fi citit scrisoarea și să-și fi însușit descoperirea lui Newton.

Cu puțin mai tîrziu, la 14 iulie 1686, lui Newton părîndu-i rău, a compus o scrisoare de scuze. În ea spunea că ar fi de dorit să se închidă acest incident și că cel mai bine ar fi ca el să declare într-o ședință a Societății Regale că Wren, Halley și Hooke au descoperit, independent unul de altul, legile gravitației universale din legile lui Kepler.

Iată, pe scurt, avatarurile unei descoperiri științifice epocale, care, pe atunci, ca și acum, erau pline de meandre, de capcane, de resentimente, toate, evident, lumești.

Marea operă a rămas transmisă peste veacuri numeroaselor generații care au urmat, din scrierile lui Newton, el rămînînd creatorul ei genial, spiritul științific universal, gînditorul profund.

Lucrările științifice de bază ale lui Newton și-au tras seva din perioada activității sale la Cambridge, în calitate de profesor universitar. Mai tîrziu, Newton a părăsit activitatea de profesor și a fost numit (în 1695) mai întîi custode, iar apoi director al monetăriei de stat. În anul 1703 el a fost ales președinte al Societății Regale și a rămas în această funcție pînă la stingerea sa din viață (1727).

Descoperirea planetelor îndepărtate

Descoperirea planetelor Uranus, Neptun și Pluton reprezintă un exemplu al succesului unor observații riguroase și sistematice, urmate sau chiar devansate de calcule făcute cu multă rigoare și îngrijire.

După ce a fost descoperită luneta, în secolul al XVII-lea, celor cinci planete cunoscute din antichitate și vizibile cu ochiul liber (Mercur, Venus, Marte, Jupiter și Saturn) li s-au putut adăuga cîteva corpuri cerești noi, care completau tabloul sistemului solar: primii patru sateliți ai lui Jupiter, descoperiți de Galilei, în 1610, Titan, cel mai mare satelit al lui Saturn, descoperit de Huygens, în martie 1655, și inelul lui Saturn, observat imperfect de Galilei și explicat corect, în 1656, tot de Huygens. Dar, în anii următori, cu toate progresele tehnicii de observație, cu sporirea puterii de mărire a lunetelor și telescoapelor, nu a mai apărut pe lista aștrilor sistemului solar nici o descoperire nouă.

Abia în 1781, observînd sistematic diferitele regiuni ale cerului cu un telescop puternic, de construcție proprie, pentru a înțelege mai bine structura universului, englezul William Herschel a remarcat în apropierea constelației Gemenii un astru nou. Mai întîi a crezut că este o cometă. Dar, în realitate, așa cum a recunoscut Herschel mai tîrziu, ca urmare a calculelor lui Laplace, Bochart de Saron,

Lexell și Lalande, era vorba de o planetă, a cărei orbită se situa dincolo de cea a lui Saturn.

Sir William Herschel (1738—1822) era de origine germană și se numise întîi Friedrich Wilhelm. Fiu de muzician din Hanovra, a fost mai întîi organist la Bath (Anglia). Astronom amator, a studiat planetele și a contribuit cu observațiile sale remarcabile, la cunoașterea universului. A pus în evidență mișcarea sistemului solar în spațiu. A arătat că numeroase stele duble se rotesc reciproc după legile gravitației. Arago îl considera cel mai mare astronom al tuturor timpurilor.

Sora lui, Carolina Lucretia, era, la rîndul ei, un excelent astronom; ea a descoperit mai multe comete. Fiul lui Herschel, John, a făcut, și el, descoperiri importante în știință (și în astronomie).

Descoperirea din noaptea de 13 martie 1781, esențială pentru mersul înainte al astronomiei planetare, nu era rodul hazardului.

Ajutat de J. Alexander și de sora sa, Carolina, Herschel își construia propriile telescoape și le încerca imediat în curte. Schițase proiectul grandios al catalogării tuturor stelelor duble care erau de magnitudinea* de pînă la 8.

Descoperind astrul, a recunoscut imediat că nu era o stea obișnuită. La început a crezut că este o cometă care se deplasa lent. Maskelyne, astronom regal la Greenwich, a răspîndit știrea și au început numeroase observații în Europa. J. B. Bochart de Saron, matematician și prieten al lui Laplace, a arătat chiar din mai 1781 că periheliul astrului era cel puțin egal cu de 14 ori distanța Pămînt—Soare. A admis că această cometă fără „coamă" ar putea fi o nouă planetă a sistemului solar.

Dar mersul noii planete, al cărei nume actual, Uranus, l-a înlocuit la scurt timp pe cel de Georgium Sidus, pe

* Magnitudinea sau mărimea stelară este măsura strălucirii unui astru, exprimată de obicei printr-un număr zecimal, a cărui valoare depinde logaritmic de iluminarea produsă de astrul respectiv. Cu cît astrul este mai strălucitor, cu atît magnitudinea lui este mai mică și invers. Cu ochiul liber pot fi văzute stele care au cel mult magnitudinea 6, în timp ce cu telescoapele cele mai mari pot fi fotografiate stele cu magnitudinea 23.

care Herschel îl propusese în semn de recunoștință față de protectorul său, regele George al III-lea, al Angliei, s-a dovedit dificil de prevăzut în mod precis. S-au întocmit tabele, care nu aveau însă o precizie deosebită. Corelate cu observații mai vechi (Uranus fusese confundată în trecut cu o stea fixă), duceau la constatarea că previziunile mișcării acestei planete nu corespundeau cu realitatea în limita preciziei observațiilor. Diverși astronomi au încercat să remedieze această contradicție îmbunătățind metodele de calcul.

Numele de Georgium Sidus, dat planetei de către Herschel, a fost abandonat în secolul al XIX-lea, la propunerea astronomului german Johann Elert Bode, care a numit-o Uranus. În mitologie Uranus era tatăl lui Saturn, care, la rîndul său, era părintele lui Jupiter.

Descoperirea a produs mare vîlvă, fiindcă lărgea limitele sistemului solar.

Încurajat de succes, Herschel a abandonat sarcina de muzician la Bath și s-a consacrat astronomiei. Totuși, deși primise o pensie de la rege, a fost constrîns de nevoi să-și întrerupă observațiile, pentru a fabrica și a vinde oglinzi de telescoape. Devenise mare meșter în șlefuirea oglinzilor, pe atunci metalice, și era vestit în toată Europa.

După ce s-a căsătorit, în 1788, cu văduva unui bogat negustor londonez, a putut să-și consacre tot timpul observațiilor de la observatorul din Slough. Acolo, avea la îndemînă un instrument foarte perfecționat pentru acea vreme. Instrumentul, îndemînarea, pasiunea l-au ajutat ca, în noaptea de 11 ianuarie 1787, să descopere doi dintre sateliții lui Uranus (mai tîrziu, John Herschel, i-a numit Titania și Oberon, după *Visul unei nopți de vară* de W. Shakespeare). W. Herschel remarcase că orbitele sateliților făceau un unghi foarte mare cu planul traiectoriei lui Uranus. Mai notase că discul planetei era sensibil aplatizat.

Cu un telescop și mai perfecționat, în vara lui 1789 a descoperit doi noi sateliți ai lui Saturn. Timp de mai mulți ani a observat planeta Uranus și i-a determinat parametrii.

W. Herschel rămîne unul dintre cei mai mari observatori ai cerului.

Desigur, discuțiile în jurul lui Uranus nu au încetat o dată cu moartea lui Herschel (fapt petrecut la 25 august 1822). Uranus fiind o planetă relativ strălucitoare, Bode s-a gîndit „imediat“ că ea ar fi trebuit să fie catalogată ca o stea de către numeroase observatoare. S-au găsit astfel 22 de observații diferite, dintre care cea mai veche (notată de Flamsteed) data de vreun secol. Astfel de date au permis să se calculeze o orbită suficient de precisă a lui Uranus, deoarece observațiile se întindeau pe un mare interval de timp (mai mult de o revoluție în jurul Soarelui). Era o frumoasă demonstrație, post festum, a utilizării observațiilor astronomice sistematice. Dar, în 1821, Bouvard, care întocmea tabelele lui Uranus pentru „Cunoașterea timpului“, a remarcat că noile observații se îndepărtau flagrant de valorile teoretice. Chiar neglijînd măsurătorile ulterioare anului 1783, care păreau suspecte, diferența dintre observații și orbitele calculate atingea 20 de secunde (de timp), în 1830. Uranus era desigur o planetă rebelă.

Astronomul Alexis Bouvard (1767—1843), celebru pentru precizia și rigurozitatea calculelor sale, a făcut numeroase socoteli și, în cele din urmă, a fost nevoit să avanseze ipoteza că probabil o planetă necunoscută perturbă mișcarea lui Uranus.

Marele astronom german Friedrich Wilhelm Bessel (1784—1846), care se alăturase inițial unor ipoteze fanteziste privind planeta Uranus (cum ar fi niște corecții ce trebuie făcute legii lui Newton, existența unor „afinități“ între planete ș.a.) s-a raliat, în cele din urmă, ipotezei lui Bouvard și, la un moment dat, scria: „Cred că va veni ziua în care rezolvarea misterului lui Uranus va fi realizată cu ajutorul unei noi planete, ale cărei elemente vor fi recunoscute prin acțiunea ei asupra lui Uranus și verificate prin cea exercitată asupra lui Saturn“.

În 1841, J. C. Adams (1819—1892), student la St. John's College, din Cambridge, a abordat, la 22 de ani, după cum se vede, rezolvarea problemei lui Uranus. A formulat o schiță de rezolvare, încă imperfectă, în teza lui de doctorat, susținută în 1843. Dispunînd de o serie de observații mult mai precise ale mișcării lui Uranus, în octombrie 1845 Adams a comunicat directorului Observatorului din Greenwich o evaluare mult mai bună a masei, poziției și

altor diverse elemente ale traiectoriei planetei ipotetice, perturbatoare. Dar astronomii n-au dat suficientă importanță acestor lucrări și n-au întreprins suficient de numeroase cercetări pentru a verifica ipoteza.

Fără a se descuraja, Adams a reluat calculele și le-a perfecționat, pentru a ajunge la descoperirea noii planete, descoperire pe care-o considera inevitabilă și foarte apropiată.

Dar, la 30 septembrie 1846, Adams a aflat că descoperirea i-a scăpat în faza ei decisivă. Un tînăr astronom francez, Urbain le Verrier, prezisese, în mod independent, existența noii planete transuraniene, iar cercetările întreprinse după indicațiile sale de către un astronom din Berlin, Johann G. Galle, duseseră la descoperirea acestei planete, în noaptea de 23 spre 24 septembrie.

Fost elev al Școlii Politehnice și fost inginer în industria tutunului, le Verrier se consacrase cercetărilor de chimie și de matematici, cînd, numirea sa ca repetitor de astronomie la Școala Politehnică, în 1837, i-a schimbat soarta, orientîndu-l spre studiul mecanicii cerești. El a atacat mai întîi problemele dificile ale perturbațiilor și variațiilor seculare ale orbitelor planetelor, apoi s-a ocupat cu studiul mișcării lui Venus, iar și mai apoi s-a dedicat analizei reîntoarcerii cometelor periodice.

În memoriile publicate asupra acestor subiecte el a dovedit mare rigoare în gîndire și stăpînirea excelentă a calculelor astronomice. Aceste însușiri au atras atenția lui Arago, secretarul pe viață al Academiei Franceze de Științe, care, în 1845, l-a sfătuit mai întîi să abordeze studiul aprofundat al cauzelor anomaliilor constatate în mișcarea planetei Uranus. Prima grijă a lui le Verrier a fost să fixeze cu mai multă precizie elementele problemei, corectînd în mod atent datele din vechile tabele și determinînd perturbațiile produse de Jupiter și de Saturn. După aceste calcule preliminare, ale căror rezultate au fost publicate la 10 noiembrie 1845, fără a cunoaște lucrările lui Adams, rămase inedite, tînărul astronom a imaginat diverse ipoteze, ajungînd la concluzia că perturbațiile lui Uranus erau datorate unei planete necunoscute.

Făcînd publice rezultatele acestei noi faze de cercetare, într-un al doilea memoriu, datat 1 iunie 1846, le Verrier se baza pe o lege empirică a lui Bode, pentru a fixa raza

orbitei noii planete, aproximativ la dublul celei a lui Uranus și admitea că planul orbitei căutate se confundă aproape cu ecliptica. Sprijinindu-se pe aceste ipoteze, cu ajutorul perturbațiilor constatate în mișcarea lui Uranus, el a putut evalua masa planetei studiate, excentricitatea și orientarea axei orbitei sale și, în fine, poziția planetei pe traiectorie, la o epocă dată. Erau niște calcule extrem de delicate, mai ales pentru că porneau de la date de observație foarte imprecise. Totuși, le Verrier a reușit să fixeze longitudinea posibilă a planetei la 325°, cu o eroare posibilă de 10°. (Acest rezultat era de fapt mult mai exact decît îl arată eroarea; el nu diferea decît cu un grad de evaluarea lui Adams, în memoriul trimis la Greenwich, cu 7 luni mai devreme.)

Patru luni mai tîrziu, la 31 august 1846, le Verrier prezintă un nou memoriu, intitulat *Asupra planetei care produce anomaliile observate în mișcarea lui Uranus, determinarea masei, orbitei și poziției sale actuale*, în care el preciza poziția presupusă a planetei studiate și dădea o primă aproximare a masei și diametrului ei aparent. Afirmînd că planeta se afla atunci în vecinătatea unei opoziții cu Soarele (opoziția este situația momentană a doi aștri care se află — aproximativ — pe aceeași direcție cu Pămîntul, de o parte și de cealaltă a lui), deci într-o poziție foarte favorabilă observării ei, le Verrier dăduse diverse indicații, capabile să orienteze pe observatorii cerului. Însă, deoarece observatorul din Paris nu dispunea atunci nici de un ecuatorial de putere suficient de mare pentru a întreprinde cercetarea, nici de o hartă a cerului, suficient de precisă în regiunea în care trebuia căutată planeta, le Verrier i-a scris lui J. Galle, asistentul lui J. F. Encke, la observatorul din Berlin, comunicîndu-i concluziile sale și rugîndu-l să caute planeta.

Galle a primit scrisoarea la 23 septembrie 1846 și, cu toată opinia puțin încurajatoare a directorului său, a întreprins cercetarea chiar în aceeași seară, asistat de tînărul său elev, H. L. d'Arest. Folosind o hartă nouă a cerului, încă inedită, realizată de Bremiker, Galle a găsit chiar în acea seară planeta căutată, dar la 52′ de poziția indicată de le Verrier. O nouă observație, efectuată a doua noapte, a arătat că astrul s-a deplasat cu 1′ și că era într-adevăr vorba despre o planetă. În consecință, Galle i-a

scris imediat lui le Verrier, pentru a-i anunța succesul: „Planeta a cărei poziție ați indicat-o există în mod real".

După ce a anunțat această victorie Academiei de Științe, la 5 octombrie 1846, le Verrier a încheiat cu cîteva fraze oarecum ambițioase, dar a căror justețe a fost confirmată prin descoperirea unei planete transneptuniene, Pluton, descoperire făcută la 12 martie 1930, de C. W. Tombaugh, la Observatorul Lowell de Flagstaff, în Arizona: „Acest succes trebuie să ne facă să sperăm că după 30 sau 40 de ani de observații asupra noii planete, ea va putea fi folosită, la rîndul ei, pentru descoperirea celei care o urmează, în ordinea distanței față de Soare. Astfel, se va ajunge să se descopere aștri invizibili, datorită distanței lor imense față de Soare, dar ale căror orbite, de peste secole, vor putea fi trasate cu mare precizie, folosind teoria inegalităților (perturbațiilor) seculare".

În realitate, dacă astronomii Percival Lowell (1855 — 1916) și E. C. Pickering (1896 — 1919), reeditînd, într-un fel, succesul lui Adams și le Verrier, putuseră să prevadă, cu o oarecare precizie, poziția lui Pluton, calculele lor erau bazate mai ales pe perturbațiile reziduale ale mișcării lui Uranus, cele ale lui Neptun fiind încă dificil de apreciat, cît de cît precis, pentru că, de la descoperirea ei, Neptun nu parcursese decît 2/3 din orbita ei. Mai mult, pe măsură ce trebuie folosite perturbații din ce în ce mai mici, precizia calculelor suferă foarte mult.

Datorită strălucirii ei foarte slabe (magnitudine 15), Pluton nu putea fi observată decît cu instrumente foarte puternice. Descoperirea sa a fost realizată de altfel printr-o metodă foarte modernă, în care s-a folosit blink-microscopul, un instrument care permite compararea a două clișee ale unui același sector al cerului, fotografiate la două intervale de timp diferite.

Descoperirile ultimelor trei planete ale sistemului solar (Uranus, Neptun, Pluton) au o trăsătură comună: ele ilustrează eficacitatea cercetării științifice metodice, condusă cu răbdare și cu rigoare, demonstrează eficiența observării sistematice a cerului, atestă exploatarea atentă a legilor mecanicii cerești, dovedesc ce înseamnă folosirea observațiilor anterioare și a calculelor precise. Sînt exemple uimitoare ale puterii metodei științifice, aplicată rațional și riguros.

Nu încheiem acest paragraf înainte de a reda rezultatul unei cercetări de ultimă oră, care sună ca o surpriză.

Descoperirile astronomice ale lui Galilei, printre care și observarea Căii Laptelui și a structurii ei stelare, au fost făcute în intervalul 1609—1613. Nu se putea bănui că în 1612 Galilei a depistat planeta Neptun, deși pe vremea aceea nu se cunoștea nici planeta Uranus. Dar se pare că Galilei a consemnat de două ori poziția planetei Neptun în registrul său de observații.

Iată faptele: doi cercetători moderni în ale astronomiei, C. Kowal și S. Drake, au făcut o comunicare, la 9 septembrie 1980, la National Scientific Foundation, în care consemnau următoarele.

Cu luneta lui, cu care putea vedea aștri ce aveau luminozitatea lui Neptun (magnitudine 8), dar care avea o deschidere a cîmpului foarte mică (abia cît o jumătate de Lună plină), Galilei nu ar fi putut să depisteze planeta decît din întîmplare.

Kowal și Drake căutau să determine cu precizie perturbațiile suferite de Neptun, pentru a evalua masa exactă a lui Pluton și, mai ales, pentru a vedea dacă nu cumva există și o a zecea planetă.

Poziția lui Neptun, reperată de Lalande în 1795 (dar Lalande a crezut că este o stea) diferă cu 7″ de poziția pe care ar fi trebuit să o ocupe dacă se ia drept referință poziția ei în momentul descoperirii oficiale, 50 de ani mai tîrziu (v. mai sus). Unii cercetători considerau că este o abatere de la valoarea corectă, alții că diferența ar proveni din imprecizia măsurătorilor lui Lalande. Kowal și Drake au hotărît să lămurească situația și să vadă dacă în trecut vreun observator nu a consemnat vreo remarcă utilă.

Cu ajutorul unui calculator electronic din Italia au trasat o poziție a lui Neptun la epoca observațiilor lui Galilei. Cu documentul în mînă, ei au constatat cu uimire că la sfîrșitul anului 1612 și începutul lui 1613 Neptun era în strînsă conjuncție (situație momentană a doi aștri care se găsesc — aproximativ — în aceeași direcție pe bolta cerească, fiind — aproximativ — coliniari cu Pămîntul) cu Jupiter, în constelația Fecioarei. Dar Galilei era un observator asiduu al lui Jupiter. În plus, în acea perioadă el nota în fiecare noapte senină poziția sateliților acestei planete, în legătură cu calendarul ceresc, bazat pe mișcarea acestor sateliți, pe care dorea să-l întocmească. Acest calendar ar fi indicat configurația zilnică a celor 4 sateliți ai lui Jupiter, cunoscuți pe vremea aceea, pentru o oră de referință bine determinată (în cazul de față, cea a Florenței). Observarea unei configurații date, din alt loc al Terrei, ar fi permis să se deducă longitudinea acelui loc, pornind de la diferența dintre ora locală și ora de referință. Această metodă ar fi adus, desigur, mari servicii navigatorilor, în primul rînd. Încît Galilei, dorind să stabilească tabele cît se poate de precise, observa conștiincios baletul celor patru „aștri ai lui Medici", cum se numeau în acea vreme sateliții lui Jupiter.

Între 28 decembrie 1612 și 30 ianuarie 1613 Neptun se găsea la 15′ de Jupiter. Exact la 28 decembrie 1612, ora 3 și 46 min, Galilei a văzut un astru relativ luminos la dreapta lui Jupiter și l-a consemnat. Să fi fost Neptun? Observatorul din Mount Palomar nu indică acolo nici o stea de strălucire identică. Poziția astrului, remarcată de Galilei, corespunde, cu o eroare de 1′, cu poziția atribuită de calculatorul electronic lui Neptun în acea zi (1′ este dublul diametrului aparent al lui Jupiter).

La 27 ianuarie 1613, ora 23, Galilei observă la 20 de raze jupiteriene distanță un astru de magnitudine 7 (pe care calculatorul îl identifică drept o stea catalogată). A doua zi, la 28 ianuarie, steaua era tot acolo, dar o alta, cu ceva mai puțin luminoasă, o însoțea. În acel loc se găsea Neptun, zice calculatorul. Iar apare o diferență de 1′ între ceea ce consemnează Galilei și ce spune calculatorul electronic, dar se știe că Neptun este supus unei perturbații orbitale.

Ceea ce miră este faptul că Galilei nu l-a însemnat pe Neptun în desenele sale din 27 ianuarie. Planeta, care se mișcă cu 22″ pe zi, ar fi trebuit să fie la fel de vizibilă în acea zi (dacă nu o fi fost o foarte slabă nebulozitate a cerului) sau poate Galilei nu i-a acordat atenție în acea zi?!

Se poate oare spune că Galilei a observat planeta Neptun cu aproape 234 ani înaintea lui Galle?

În 1702 Neptun s-a aflat din nou în apropierea lui Jupiter. O fi fost consemnat acest lucru în vreun document?

Forma și mărimea Pămîntului

Atîta timp cît sfera de cunoștințe a învățaților din Grecia antică nu depășise țările din jurul Mediteranei, ei considerau aceste locuri drept centrul lumii, centrul creației. La est, Pămîntul era limitat de Siria și de Helespont (nume dat în antichitate strîmtorii Dardanele), la vest, limita era la două zile de călătorie, pornind din Sicilia; nu existau limite precise la nord și la sud. Ei spuneau că Pămîntul este un disc plat, care poartă pe vîrful munților bolta de bronz a cerului.

În reprezentarea altora, discul era înconjurat de un mare fluviu, oceanul. Așa apare forma Pămîntului la 1 000—900 î.e.n., în cîntecele homerice. Ideea s-a menținut la greci, dar limitele au fost treptat extinse, pînă la coloanele lui Hercule, la est dincolo de Bosfor, pînă în Colhida. Cerul a fost pus pe vîrfurile puternicului Atlas, iar lumea subterană, dată lui Hades, a fost udată de un „braț" al oceanului, Styxul. Pămîntul rămăsese un disc plat.

Tales își reprezenta bolta cerului ca pe un glob umplut pe jumătate cu apă, iar Pămîntul plutea ca un cilindru, ca o coloană sau ca o tobă. Totul ar fi fost deci ca un ou, secat pe jumătate de albuș, iar Pămîntul ar fi fost gălbenușul. Se știe, de altfel, părerea lui Tales, potrivit căreia elementul primar este apa; se crede că Tales era convins că „Pămîntul plutește pe apă", că „universul este susținut de apă", că „focul din Soare și din aștri, lumea întreagă ființează datorită apei".

În epoca lui Socrate (469—399 î.e.n.) nu se știa încă dacă Pămîntul era sferic sau plat, deoarece îl vedem pe filozof întrebîndu-l pe maestrul său, Anaxagoras, care ar fi posibilitatea care i se pare a fi adevărată.

Nu se știe cu precizie cine a avut primul ideea Pămîntului rotund (sferic). Se pare că ideea se vîntura de mult printre spiritele cu gîndirea mai îndrăzneață. Unii spun că primul căruia i-a trecut prin cap un asemenea gînd ar fi fost Tales. El fusese în Egipt, de unde culesese cunoștințe astronomice care i-au permis să prevadă, se zice, în anul 610 î.e.n., o eclipsă de Soare.

Aristotel a constatat faptul că spre anul 450 î.e.n. apar semne ale acestei teorii științifice, iar în epoca lui Platon teoria constituia o învățătură predată de mai mulți filozofi. Nu se știe însă exact opinia lui Platon. Pe vremea lui Aristotel sfericitatea Pămîntului era în general acceptată, iar Aristotel avea și cîteva argumente: forma umbrei Pămîntului în eclipsele de Lună, variațiile poziției orizontului. Arhimede avea un argument de similitudine: Pămîntul și apa (întreaga planetă) aveau forma de glob, fiindcă exact asta era și forma picăturii de lichid.

Între altele, o întrebare rămîne nelămurită: de ce apare atît de tîrziu teoria sfericității Pămîntului? Oare pentru că era greu de imaginat cine susține Pămîntul? Empedocle susținea că Pămîntul era susținut prin rotația rapidă a cerului, ca apa într-o găleată care este rotită repede într-o mișcare de rotație cu axa verticală, experiență încercată de aproape oricine în copilărie. Evident, Pămîntul era considerat imobil și nu se putea ajunge la judecata conform căreia el este susținut de forțe datorate rotației în jurul propriei axe și în jurul Soarelui.

Un regres în dezvoltarea acestor idei îl constituie teoria lui Xenofan, pe care arhaismul concepției îl apropie de unele mituri egiptene: mișcarea corpurilor cerești nu este circulară; aștrii se deplasează după o dreaptă fără sfîrșit, deasupra unui Pămînt care se întinde fără margini în toate direcțiile; în fiecare zi am vedea deci un alt Soare și în fiecare noapte alte stele.

Pitagoreicii se pare că erau cei mai avansați în teoriile despre Pămînt și corpurile cerești, mai ales pentru că teoria lor se caracterizează în primul rînd prin efortul de a matematiza astronomia, legînd-o simultan de aritmetică, de geometrie și de muzică. De la Pitagora (560—500 î.e.n.) la Philolaos, în decurs de un secol, s-au succedat mai multe generații de pitagoreici și, ținînd seama de uzanțele școlii, este dificil de precizat rolul jucat de un personaj sau de altul în elaborarea doctrinei. Cu toate acestea, se poate considera că afirmarea, atît de importantă, a sfericității Pămîntului, datează de la începuturile pitagorismului.

Cît despre curbura semnalată de Anaximandru, ea nu implică sfericitatea. Mai puțin îndrăzneață decît cea a pitagoreicilor, afirmația lui Anaximandru, care era întemeiată, se pare, pe observații, avea, prin însuși acest fapt, un caracter mai științific, deși a existat sentimentul că, dimpotrivă, la originea noțiunii de sfericitate a Pămîntu-

lui ar fi stat premise de ordin estetic, de pildă, considerații despre frumusețea sferei ca atare.

Rămîne deosebit de semnificativ faptul că primii pitagoreici au admis această sfericitate ca pe o dogmă, o dogmă pe care școala lor o va proclama fără încetare și care va sfîrși prin a se impune.

Chinezii n-au avut niciodată o teorie ortodoxă și oficială a sistemului lumii. În decursul antichității sînt expuse trei asemenea teorii.

Teoria cea mai veche susține că firmamentul stelelor fixe este ca o pălărie sau ca un capac emisferic, ce se rotește deasupra unei Terre pătrate; Soarele și Luna, deși se deplasează pe firmament în sens invers rotației acestuia, sînt antrenate de mișcarea generală ca furnicile pe o piatră de moară. Aceasta este teoria „cerului acoperitor“.

A doua teorie este cea a „cerului sferic“. Universul seamănă cu un ou sferic, a cărui coajă ar fi firmamentul, iar gălbenușul — Pămîntul; nimeni nu știe ce se află dincolo de firmament, unde nu există nici repere, nici limite.

A treia teorie este cea a „nopții întinse“: nu există firmament solid, iar albastrul cerului nu este decît un efect optic; stelele, Soarele și Luna plutesc în mijlocul vidului, în care sînt susținute de un „suflu tare“.

Și în India antică existau mai multe teorii ale sistemului lumii. Potrivit uneia dintre ele, sistemul lumii din *Sūryasiddhānta* (Soluția dată de Soare), în jurul muntelui cosmic Meru, axa polară a lumii, gravitează aștrii. Pămîntul este un glob, pe care se găsesc patru continente, ale căror patru centre geodezice sînt patru orașe situate pe ecuator, la distanțe egale unul de altul. Continentul Indiei este Bharatavarsha, cu orașul Lankā (această denumire desemna localitatea Colombo din Ceylon, însă amplasarea este ipotetică, întrucît în realitate prin Ceylon nu trece ecuatorul). Mergînd spre vest se ajunge în Ketumālavarsha, cu orașul Romaka, apoi în Kuruvarsha, cu orașul Siddhapura, și, în sfîrșit, în Bhadrārvavarsha, cu orașul Yamakoti. Se precizează că atunci cînd este amiază într-unul dintre orașe, în orașul opus este miezul nopții.

De cînd sfericitatea Pămîntului fusese definitiv recunoscută de lumea științifică — de fapt numai epicurienii

și masele ignorante mai refuzau să-i dea crezare —, adică de pe la mijlocul secolului al IV-lea î.e.n., se deschise o cale nouă în geografia pe care Aristotel și, mai ales, Dicearh s-au străduit să o transforme într-o disciplină științifică. Au început încercările de măsurare a dimensiunilor Pămîntului. Tentative au existat chiar înainte de Aristotel, fiindcă Aristotel spunea că toți matematicienii au aflat circumferința cercului mare al Pămîntului, egală cu 400 000 stadii (un stadiu este cam 1/40 dintr-o milă geografică). El nu arată cum s-a ajuns la această cifră, care este aproape dublul valorii reale. Arhimede dă valoarea de 300 000 stadii, care este de fapt valoarea pusă în circulație de Aristarh din Samos, observator ingenios și abil.

Mergînd pe urmele lui Aristotel și Dicearh, primii geografi alexandrini au formulat scopul și obiectul geografiei exact în aceiași termeni în care îi va formula Ptolemeu, peste patru secole: „Să facă lumină în ceea ce privește forma și mărimea Pămîntului și poziția lui în raport cu sfera cerească, pentru a putea determina întinderea și alcătuirea părții pe care o cunoaștem, precum și paralelele cerești sub care sînt situate diferitele lui locuri, din care se poate deduce lungimea zilelor și a nopților, stelele vizibile la zenit și stelele care se află totdeauna fie deasupra, fie dedesubtul orizontului, în fine, tot ceea ce este conținut în noțiunea de loc locuit“. Această concepție este una esențialmente matematică asupra geografiei.

Geografia matematică a avut trei reprezentanți iluștri: Eratostene, Hiparh și Ptolemeu, care au folosit în mare măsură lucrările lui Marinos din Tir.

Istoria menționează ca primă tentativă de măsurare a circumferinței Pămîntului pe cea a lui Eratostene (filozof, poet, astronom, bibliotecar la biblioteca din Alexandria).

Cleomede ne-a lăsat o descriere a metodei de care s-a servit Eratostene pentru a calcula dimensiunile Pămîntului, metodă care marchează un progres considerabil față de cea a lui Dicearh. Problema este redusă din nou la măsurarea unui arc din circumferința terestră, atît în grade, cît și în unități de lungime, însă Eratostene a ales arcul de meridian dintre Alexandria și Syene (Siena), care prezenta trei avantaje:

— pentru că cele două orașe erau situate sensibil pe

același meridian, se considera că nu este nevoie să se țină seama de diferența de longitudine;

— distanța dintre cele două orașe fusese măsurată de hotarnicii egipteni;

— determinarea diferenței dintre latitudini era facilitată considerabil de faptul, bine cunoscut, că la solstițiul de vară Soarele nu proiectează umbre la Syene, ceea ce înseamnă că orașul se află exact pe tropicul Racului (tropicul de nord).

Prin urmare, pentru a calcula dimensiunea Pămîntului era suficient să se măsoare cu maximă precizie, la Alexandria, unghiul format de umbra acului indicator cu verticala locului, operație care era ușor de efectuat cu ajutorul unui gnomon emisferic (gnomonul este instrumentul cel mai simplu pe care l-a cunoscut antichitatea: el constă dintr-o tijă plantată vertical, căreia i se urmărea umbra; umbra cea mai scurtă dintr-o zi oarecare corespundea amiezii — trecerea Soarelui la meridian; umbra cea mai scurtă dintr-un an determina solstițiul de vară, iar cea mai lungă, solstițiul de iarnă). Fie R și r razele totdeauna paralele ale Soarelui (fig. 4), A — Alexandria și S — Syene, iar C — centrul Pămîntului; în S raza rS este verticală și trece prin C; în A, raza RA formează cu verticala AC un unghi α, egal cu unghiul ACS. Pentru arcul considerat, gnomonul dă valoarea 1/50 dintr-un cerc mare (7°12′), iar măsurătorile hotarnicilor, 5 000 de stadii, de unde se deduce imediat circumferința Pămîntului: 250 000 stadii.

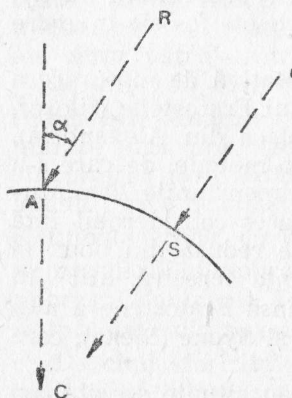


Fig. 4.

Trebuie spus însă că mai toți autorii antici dau cifra de 252 000 stadii, care pare mai precisă. Deoarece Eratostene s-a servit, probabil, de stadiul egiptean care avea 157,5 m, cei 252 000 de stadii sînt echivalenți cu 39 690 km. Precizia impresionantă a rezultatului este totuși înșelătoare și se datorează, în realitate, unor erori care se compensează: Syene și Alexandria nu sînt situate exact pe același meridian (Syene se află mai la est cu 3°), iar distanța dintre cele două orașe este de fapt 5 346 de stadii egiptene; însă diferența dintre latitudinile localităților corespunde exact celor 5 000 de stadii admiși de geometrul antic. Dacă ar fi fost cumva vorba despre stadiile grecești, care aveau valoarea de 177,6 m sau de 185 m, s-ar obține 44 755 km și, respectiv, 46,620 km, aproximații care sînt încă onorabile.

O a doua problemă era determinarea dimensiunilor și configurației oecumenei (partea locuită a Pămîntului); a existat și o a treia problemă, strîns legată de prima: reprezentarea pe un plan a suprafeței uscatului, adică problema cartografiei. Pentru a le rezolva, Eratostene a aplicat o metodă atribuită lui Dicearh. Ea constă în a repera o serie de distanțe cunoscute față de două axe perpendiculare, care traversau oecumena de la nord la sud și de la vest la est; Eratostene a păstrat meridianele și paralelele folosite de predecesorul său (ele se intersectau în insula Rodos), însă a corectat evaluările distanțelor dintre punctele de reper, mai ales pe direcția nord-sud. Astfel, între Syene și Lysimachia (la Helespont), Eratostene a măsurat 13 100 de stadii, adică 2 000 sau 2 400 km, față de 20 000 de stadii (3 000 sau 3 600 km), cît stabilise predecesorul său și față de 1 750 km, cît este distanța reală.

Posidonius reface măsurătorile lui Eratostene în anul 103 î.e.n. Vede steaua Canopus, din constelația Argo la culminație, la orizontul orașului grecesc Rodos și în același timp deasupra orizontului Alexandriei, la 1/48 din circumferința Pămîntului. Socotește că distanța Rodos-Alexandria este de 5 000 de stadii și rezultă pentru circumferința Pămîntului valoarea de 240 000 stadii.

Ulterior Strabon a susținut că Posidonius a rectificat mai tîrziu calculele, considerînd distanța Rodos-Alexandria de numai 3 750 stadii. În acest fel circumferința Pămîntului rezultă de 180 000 stadii, ceea ce este mult mai aproape de valoarea reală. Această ultimă valoare se află

și în *Geografia* lui Ptolemeu, fără a se ști de unde a luat Ptolemeu cifra.

Dacă precizia în măsurarea latitudinilor era oarecum satisfăcătoare, nu același lucru se poate spune despre precizia cu care se măsurau longitudinile. Spre exemplu, distanța dintre São-Vicente (în Portugalia de astăzi) și gurile Gangelui (fluviu în sudul Asiei), trecînd prin strîmtoarea Messina, Rodos, Thapsac (pe Eufrat), „Porțile Caspicei“ (defileul Sirdera din platoul iranian) și Munții Himalaia, care nu prezintă decît două abateri, relativ mici, de la paralela reală, una spre nord, la Messina, și alta spre sud, în regiunea Munților Himalaia, era evaluată la 70 800 stadii, cu 20—30% mai mult decît distanța reală. Această nesiguranță în determinarea longitudinilor a compromis și calculul latitudinilor, fiindcă geografii plasau pe același meridian puncte care uneori se abăteau sensibil de la acesta.

În ansamblu, Eratostene își reprezenta lumea locuită sub forma unei fîșii alungite în direcția est-vest, care se întinde aproximativ 130° în această direcție (adică circa o treime din circumferința Pămîntului) și este de două ori mai îngustă pe direcția nord-sud; acest uscat era înconjurat din toate părțile de ocean.

Dincolo de aceste limite, imaginația își dădea frîu liber: în poemele lui, în care nu se mai considera constrîns la o aceeași rigurozitate, Eratostene evocă două oecumene, una situată în emisfera noastră, între capul São-Vicente și extremitatea estică a Asiei, cealaltă, în emisfera australă, la antipodul primeia. În secolul al II-lea î.e.n. Crates din Malos a imaginat o repartiție simetrică a Pămîntului, care s-a bucurat de mult succes în acea vreme: patru continente, două în emisfera nordică și două în emisfera sudică, separate între ele prin două fîșii oceanice, care înconjoară complet Pămîntul, una în lungul ecuatorului, cealaltă în lungul unui cerc care trece prin poli.

Rezultatele obținute de Eratostene au fost aspru criticate de Hiparh în trei cărți, din care nu ne-au parvenit decît fragmente, și acelea denaturate deseori de Strabon, care nu le înțelegea prea bine. Din ele se deduce totuși că Hiparh s-a străduit să scoată la iveală elementele ipotetice și deci neștiințifice din lucrările lui Eratostene. Hiparh nu-i ierta lui Eratostene ușurința de a se fi încrezut în evaluările mai mult sau mai puțin inexacte ale distanțelor și orientărilor, făcute de călători sau de militari. Pentru că, zicea Hiparh, singurele observații, științific valabile, cînd este vorba de determinarea poziției unui punct de pe suprafața Pămîntului, sînt numai cele astronomice: înălțimea aștrilor deasupra orizontului, umbra gnomonului, decalajul orar dintre momentele producerii unei eclipse de Lună.

Fără îndoială, tot lui Hiparh îi revine cinstea de a fi elaborat bazele matematice ale cartografiei, arătînd cum trebuie efectuată proiecția pe un plan a rețelei meridianelor și paralelelor. S-ar putea chiar ca tot el să fie acela, care, cu trei secole înainte de Ptolemeu, să fi avut ideea de a reprezenta meridianele prin drepte convergente, care intersectează paralele curbe.

Geografia lui Ptolemeu marchează o dată capitală în istoria științelor, prin amploarea proiectului și prin locul pe care l-a ocupat în secolele următoare, pînă la Renaștere, inclusiv. Însă calitatea științifică a lucrării este departe de *Almageste*, a aceluiași autor. În geneza și în publicarea *Geografiei*, ca și în unele date conținute în ea, există mai multe necunoscute.

Mai întîi, în privința unității de lungime folosite în lucrare domnește incertitudinea; problema aceasta este esențială, întrucît diferențele pot fi de 30% față de datele reale.

Apoi, textul cunoscut a fost cel puțin copiat de nenumărate generații și transmis, probabil, cu multe erori.

În fine, a treia necunoscută constă în aceea că nu se știe exact în ce măsură scriind *Geografia* Ptolemeu a creat o operă originală sau a folosit lucrările lui Marinos din Tir, pe care îl citează deseori, mai ales pentru a-l critica. Marinos din Tir este cel care, la începutul secolului al II-lea e.n. a repus geografia matematică la loc de cinste și a purces la realizarea acelui proiect pe care Hiparh îl condamnase, atîta timp cît savanții nu ar dispune de date astronomice în număr suficient. Însă și lucrarea lui Marinos din Tir era plină de erori. Între altele, lungimea continentului eurasiatic, de la Canare la Xian, atingea 228°, în loc de 126°, cît este în realitate, iar Marea Mediterană era lată de 62° în loc de 42°.

Deşi este de necontestat faptul că Ptolemeu a adus îmbunătăţiri sensibile metodelor folosite de Marinos din Tir, precum şi unora dintre lucrările acestuia, nu este totuşi mai puţin adevărat că a căzut el însuşi pradă unor greşeli analoage celor ale lui Marinos din Tir, atunci cînd n-a adăugat propriile greşeli. Avînd la dispoziţie un număr infim de date astronomice, distribuite pe o arie restrînsă, Ptolemeu a folosit evaluări de distanţe provenite din „itinerarii" şi hărţi rutiere sau din mărturiile, şi mai suspecte, ale călătorilor, din care a dedus, prin calcule şi racordări fragile, coordonatele geografice ale diferitelor puncte; în plus, el nu s-a folosit totdeauna de documentaţia cea mai recentă şi nici n-a utilizat în modul cel mai judicios datele de care dispunea.

Geografia a avut merite incontestabile, ele fiind susţinute de virtuozitatea matematică a lui Ptolemeu, cu ajutorul căreia a realizat progrese sensibile în cartografie. O parte dintre greşelile care i se impută lui Ptolemeu pot proveni din remanieri ulterioare. În orice caz, Ptolemeu a susţinut şi păreri juste, cum ar fi continuitatea continentului spre nord şi spre sud de Himalaia şi faptul că zonele ecuatoriale ar putea fi locuite sau că s-a apropiat de adevăr în probleme delicate, cum erau cea a izvoarelor Nilului sau cea a configuraţiei sud-estului continentului asiatic. Ceea ce i se poate într-adevăr reproşa este faptul de a fi prezentat drept date sigure şi cu caracter matematic rezultatele unor deducţii fragile, bazate pe informaţii îndoielnice.

După circa nouă secole de la măsurătoarea lui Posidonius (mai exact, în anul 827) a fost întreprinsă o nouă măsurătoare, la ordinul califului Al-Mamoun, în deşertul Singar. A fost prima măsurătoare propriu-zisă a circumferinţei Pămîntului, fiindcă distanţa dintre locurile considerate a fost măsurată direct cu ajutorul unui lanţ, în timp ce Eratostene şi Posidonius se mulţumiseră cu evaluările călătorilor şi marinarilor. Rezultatul obţinut de arabi: gradul de meridian avea $56\frac{2}{3}$ mile arabe. Din păcate, valoarea milei arabe nu este cunoscută cu suficientă precizie.

În 1525 Jean Fernel, medic la Paris, s-a ocupat de această problemă şi a lăsat prima valoare pentru lungimea meridianului pămîntesc în unităţi cunoscute. El a determinat înălţimea polului la Paris şi la Amiens şi a măsurat distanţa dintre cele două oraşe socotind numărul de ture al roţilor trăsurii sale, evaluînd arbitrar corecţiile necesare, datorate sinuozităţilor drumului. Printr-o compensare întîmplătoare, Fernel a obţinut 57 070 toise* pe grad de meridian.

Marile descoperiri geografice şi, mai ales, călătoria în jurul lumii a lui Magellan, care au confirmat forma sferică a Pămîntului au servit drept stimulent pentru încercările de a se preciza dimensiunile Pămîntului prin măsurarea arcelor de meridian. Astfel de încercări au fost făcute de mai multe ori în decursul secolului al XVII-lea.

În 1615, olandezul Willebrord Snell van Royen (cunoscut şi sub numele de Snellius) a folosit procedeul triangulaţiei pentru măsurarea meridianului Pămîntului, procedeu aplicabil oriunde nu se poate merge în linie dreaptă. Metoda constă în calcularea porţiunilor separate de arc de meridian prin construirea de-a lungul porţiunilor a unei reţele de triunghiuri ale căror elemente se calculează trigonometric, unele dintre elemente fiind cunoscute. El a propus extinderea acestei metode pentru determinarea formei Pămîntului (1617). Snell a găsit pentru un grad de meridian 55 021 toise.

Valoarea cea mai precisă pentru acel timp a fost obţinută în 1671 de J. Picard. Plecînd de la mărimea determinată a gradului de meridian, el a calculat raza şi circumferinţa Pămîntului, considerat ca o sferă perfectă. Totuşi, chiar din 1671—1674 s-a descoperit că la latitudini ecuatoriale oscilaţiile pendulului se fac mai încet decît la latitudini europene. Acest fapt a dus pentru prima dată la ideea potrivit căreia Pămîntul n-ar fi o sferă perfectă, ci ar fi turtit în direcţia axei de rotaţie.

Iată deci că, după milenii de căutări şi străduinţe, oameni tenace, inventivi, plini de imaginaţie ştiinţifică creatoare, în pofida dificultăţilor de tot felul, au desluşit tainele lumii în care trăim. Omul nu s-a oprit aici. El a căutat, a cercetat în continuare, în profunzime, lumea materială care îl compune şi a găsit-o imprevizibilă, aşa cum se va vedea în capitolele următoare.

* Toise — veche unitate franceză de măsurat lungimile, egală cu 1,949 m.

CUI APARȚINE DESCOPERIREA?

Arhimede și hidrostatica

De numele lui Arhimede sînt legate numeroase descoperiri, dar și numeroase legende.

Arhimede s-a născut la Siracuza (Sicilia) și a trăit în perioada 287—212 î.e.n. De timpuriu a fost inițiat de tatăl său în astronomie, dar se pare că nu a efectuat observații astronomice sistematice. A locuit mult timp în Alexandria, unde probabil că și-a completat studiile. Cu toate avantajele oferite de Alexandria, Arhimede a preferat să se întoarcă în patria sa (în consecință, în scrierile sale folosește dialectul local din Siracuza). Istoria ne spune că el ar fi fost familiarul tiranului Siracuzei, Hieron, dacă nu era chiar rudă cu acesta.

Prin cunoștințele și talentul său, Arhimede a contribuit la apărarea orașului natal, în timpul celebrului asediu al Siracuzei de către trupele lui Marcellus (între 214 și 212 î.e.n.). În luptă au fost folosite admirabilele invenții ale lui Arhimede, ceea ce nu i-a împiedicat totuși pe romani să-i biruie pe greci.

Se spune că aproape fără nici un ajutor, Arhimede a apărat Siracuza de dușmani. În *Viața lui Marcellus* Plutarh scrie: „Cînd deci romanii i-au asaltat pe mare și pe uscat, siracuzanii au fost cuprinși de groază; ei erau convinși că nimic și nimeni nu mai puteau rezista acestor forțe furioase. Dar Arhimede a început să pună la lucru mașinile lui și trăgea în asaltatori cu tot felul de proiectile și imense mase de piatră, care ajungeau jos cu un zgomot și cu o viteză incredibile. Dușmanii Siracuzei nu se puteau păzi cu nimic de greutatea lor; pietrele cădeau ca ploaia asupra celor care stăteau în calea lor, ceea ce producea o mare confuzie în rîndurile romanilor. În același timp, focuri imense erau brusc proiectate de pe ziduri pe nave, totodată ele fiind bombardate cu greutăți mari, ceea ce a făcut ca multe vase să se scufunde. Alte vase erau

atacate cu gheare sau cu ciocuri de fier și trase mai apoi la fund sau erau rotite mereu în cerc, cu ajutorul unei mașinării din cetate și lovite de stîncile de lîngă zidul cetății. De asemenea, unele corăbii erau înclinate și pendulate, într-un spectacol înfiorător, pînă cînd echipajul era aruncat cît colo, în toate direcțiile, iar vasul se spărgea gol de stînci.

Atunci, într-un consiliu de război, romanii s-au decis să trimită trupele sub ziduri noaptea“. Dar și pentru lupta de noapte (care se petrecea la distanțe mici de ziduri) Arhimede avea pregătite mașinării chiar pe marginea zidurilor, încît asaltatorii n-au reușit să cucerească Siracuza nici noaptea. În luptă au pierit mulți romani, și pe mare și pe uscat. Însuși Marcellus, vrînd să-și îmbărbăteze trupele, a fost în pericol, dar a scăpat nevătămat. Neputîndu-i învinge pe siracuzani prin luptă dreaptă, romanii au recurs la unul dintre cele mai vechi și mai eficace mijloace de „luptă“: trădarea.

Din păcate, nu se cunosc, n-au reușit să ajungă pînă la noi, amănunte despre modul în care erau construite acele minunate mașini de luptă.

Contrar voinței exprese a lui Marcellus, Arhimede a fost ucis brutal de un soldat, în timp ce romanii jefuiau Siracuza. Se povestește că, bătrîn fiind (avea 75 de ani) ședea pe o piatră și, gîndindu-se profund, examina niște cercuri făcute cu nuiaua pe nisip. La interpelarea unui soldat roman, care, nervos că bătrînul nu-i acorda nici o atenție, ridicase sabia asupra lui, Arhimede a răspuns cu celebrele cuvinte: „Nu te atinge de cercurile mele!“; drept care a murit spintecat de arma unui nătîng necugetat. Peste mulți ani, Cicero i-a descoperit mormîntul.

După căderea Siracuzei, cele două planetarii construite de Arhimede au fost duse unul în templul Victoriei, iar al doilea pe domeniul familiei Marcellus. Acolo a fost admirat și descris chiar de Cicero.

Multe creații tehnice au fost atribuite lui Arhimede. Astfel, după relatarea lui Diodor, în Egipt fiind, a inventat șurubul ce-i poartă numele sau pompa spirală. Hieron a pus să se construiască un vas (corabie) enorm, pe care siracuzanii nu-l mai puteau scoate din șantier. Nu se știe precis cum a fost lansat la apă, dar Plutarh susține că s-ar fi folosit o mașină cu corzi și scripeți — e probabil să fi

existat și un șurub fără sfîrșit — care acționau un sistem de roți dințate, sistem creat de Arhimede cu această ocazie.

Se presupune că Arhimede ar fi fost ingeniosul inventator al unor oglinzi metalice cu care a fost incendiată flota perșilor. Plutarh trece însă sub tăcere episodul cu incendierea vaselor, cu ajutorul oglinzilor dispuse circular. Acest fapt este relatat abia de Lucian de Samorsate (secolul al II-lea e.n.) și rămîne deci îndoielnic.

Pe lîngă realizările tehnice, Arhimede a făcut numeroase descoperiri științifice în mecanică, dar în special în matematică.

Cîteva probleme celebre sînt atribuite lui Arhimede. Arhimede îi adresase tiranului Gelon, fiul lui Hieron, celebra problemă a *Arenarium*-ului, referitoare la numărul firelor de nisip pe care le poate conține universul. Pentru a reprezenta numere oricît de mari, Arhimede folosea două progresii, una aritmetică și alta geometrică, prima servind drept termen oarecare al celei de a doua. Prin acest sistem ingenios de numerație Arhimede putea evalua orice număr.

O altă problemă celebră este problema taurilor, expusă sub forma unei poezii de 47 de versuri. În problemă se cere calcularea numărului de tauri ce compun o turmă care este situată într-un cîmp de forma unei figuri regulate, iar animalele, de culori diferite, se află în proporții dependente succesiv unele de altele.

Importanța acordată definițiilor rămîne primordială la Arhimede (ca și la Euclid) și în toată matematica greacă ulterioară. În lipsa unui substrat material, devenit iluzoriu prin imposibilitatea de a realiza figuri perfecte, întregul edificiu al științei se întemeiază pe concept. Definiția conferă obiectului forma lui statică, eternă, face din el o realitate absolută, opusă aparențelor schimbătoare. Punct de plecare comun matematicii și dialecticii, definiția servește nu numai la specificarea obiectului, la semnalarea prezenței acestuia; ea exprimă natura obiectului și îi enunță caracteristica esențială.

Lista scrierilor lui Arhimede, care au ajuns pînă la noi, cuprinde, într-o ordine pe cît posibil cronologică, următoarele:

— prima carte *Despre echilibrul planelor;*

— memoriul *Cvadratura parabolei;*
— a doua carte *Despre echilibrul planelor;*
— cele două cărți *Despre sferă și cilindru;*
— tratatul *Despre spirale;*
— tratatul *Despre conoizi și sferoizi;*
— cele două cărți *Despre corpurile plutitoare;*
— *Măsurarea cercului;*
— *Arenarium* (problema numărului firelor de nisip);
— scrisoarea adresată lui Eratostene, *Despre metodă*, un fel de testament științific, în care Arhimede dezvăluie, în parte, secretul descoperirilor sale.

O culegere de leme, tradusă din arabă, este, în forma ei actuală, fără îndoială apocrifă. Ea conține totuși propoziții, elegante, însă elementare, care figurează probabil în unele dintre operele pierdute ale lui Arhimede.

Scrisoarea către Eratostene, care a fost găsită abia în anul 1907, dă cheia principalelor descoperiri ale lui Arhimede. Grație ei și folosind dispunerea în ordine cronologică a scrierilor, realizată cu ajutorul prefețelor, ne putem face o reprezentare aproximativă a mersului gîndirii acestuia.

Familiarizat cu legile staticii aplicate (în acea vreme Siracuza era în avangarda progresului tehnic), Arhimede admitea existența unui centru de greutate la toate corpurile și în prima carte *Despre echilibrul planelor* încearcă o reconstituire logică a acestor legi, pornind de la un număr minim de postulate. Atitudinea lui matematică se observă încă de aici. El nu aplică matematica la tehnică; dimpotrivă, tehnica este inspiratoarea lucrărilor lui teoretice. După ce stabilește legea pîrghiei, el trece la studiul centrului de greutate al celor mai simple obiecte sub formă de placă, în particular al celor triunghiulare. În orice caz, două sînt faptele remarcabile. Primul este utilizarea staticii pentru descoperirile geometrice, Arhimede utilizînd analogii fecunde între cele două domenii deosebite ale științei. Al doilea este asimilarea ariei cu o sumă de segmente rectilinii, a volumului cu o sumă de secțiuni plane și, în general, asimilarea unui continuu cu suma unui număr infinit de entități indivizibile.

Marele arhitect roman, Vitruviu (Marcus Vitruvius Pollio) care descrie epoca lui Augustus, a consemnat povestea împrejurărilor în care Arhimede a descoperit ce-

lebrul său principiu al hidrostaticii. Deşi legenda a fost consemnată la două secole după Arhimede, ea se sprijină probabil pe o tradiţie suficient de bine conservată pe atunci. Este remarcabil faptul că celebrul tratat al lui Arhimede, *Despre corpurile plutitoare*, în care savantul antichităţii pune bazele hidrostaticii, conţine elemente care corespund mai mult sau mai puţin cu această relatare.

Vitruviu scrie: „Printre numeroasele descoperiri importante făcute de Arhimede, trebuie să o remarcăm pe aceea de care voi vorbi, şi în care el a dovedit o formidabilă subtilitate de gîndire.

Pe cînd la Siracuza domnea Hieron, reuşind în toate acţiunile sale, aduse drept ofrandă într-un templu zeilor nemuritori, în semn de mulţumire, o coroană de aur. Pentru a confecţiona coroana, Hieron se înţelesese cu un muncitor ca pentru o mare sumă de bani să-i lucreze coroana; totodată îi dădu aur în greutate bine măsurată. Meseriaşul predă lucrarea regelui în ziua promisă; Hieron o consideră perfect executată şi, fiind cîntărită, ea apăru cu greutatea aurului ce i se dăduse. Dar, cînd se făcu încercarea, se observă că meseriaşul păstrase o parte din aur, pe care îl înlocuise cu tot atîta argint.

Regele s-a simţit foarte ofensat de această înşelătorie; neputînd convinge muncitorul de furtul pe care-l făcuse, l-a rugat pe Arhimede să găsească un procedeu pentru descoperirea furtului.

Într-o zi, pe cînd Arhimede, preocupat de această problemă, intra în baie, observă din întîmplare că, pe măsură ce se afunda în apă, apa se revărsa peste vasul de îmbăiat (fig. 5). Această observaţie îl făcu să descopere raţiunea profundă a argumentului pe care-l căuta şi, fără a se mai stăpîni, bucuria îl copleşise într-atît, încît a ieşit din baie şi, fugind, gol-goluţ prin casă, striga în greceşte: „Eurêka, eurêka!" (Am găsit!).

Se spune că drept urmare a acestei descoperiri el puse să se facă două corpuri de aceeaşi greutate cu coroana, unul din aur şi celălalt din argint, pe care le-a scufundat într-un vas plin cu apă. Întîi a introdus corpul de argint, care, pe măsură ce se scufunda, făcea să iasă o cantitate de apă egală cu volumul pe care-l avea. Apoi, după ce a scos piesa de argint, el a umplut din nou vasul, punînd tot atîta apă cîtă se scursese şi pe care a mă-

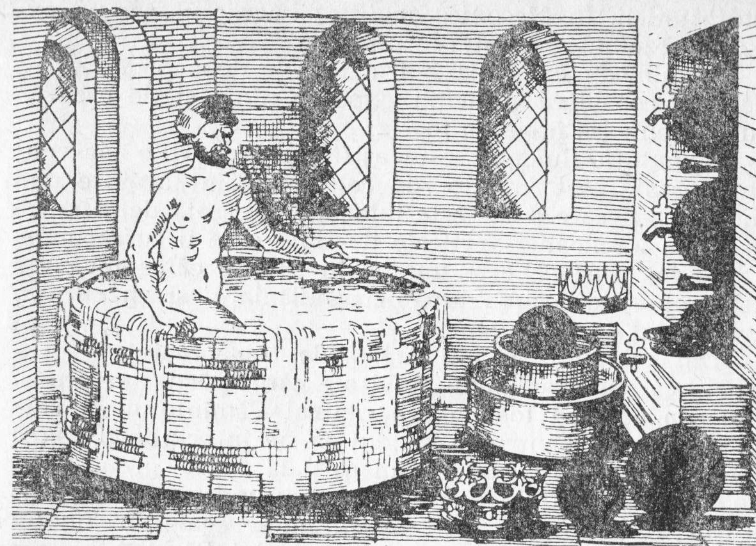


Fig. 5.

surat-o cu grijă, aflînd astfel cantitatea de apă care corespundea masei de argint pe care o scufundase în vas.

După această experienţă, el scufundă piesa de aur în acelaşi vas plin cu apă şi, după ce l-a scos, măsură din nou apa care ieşise şi găsi că corpul de aur nu a făcut să iasă tot atîta apă cît corpul de argint; diferenţa în minus era egală cu diferenţa dintre volumul masei de aur şi cea a masei de argint de aceeaşi greutate. Pe urmă, el umplu din nou vasul şi, de această dată, scufundă coroana, care a făcut să curgă mai multă apă decît masa de aur de aceeaşi greutate, dar mai puţină apă decît deslocuise masa de argint.

Calculînd, în fine, după aceste experienţe, cu cît era mai mare cantitatea de apă pe care o deslocuise coroana, faţă de cea pe care o deslocuise masa de aur, el află cît argint amestecat cu aur se afla în coroană şi dovedi astfel cît furase meseriaşul."

Este fără putinţă de tăgadă că în prima parte a lucrării *Despre corpurile plutitoare* Arhimede pune bazele

hidrostaticii. În *Mecanica analitică* Lagrange face un excelent rezumat al acestei lucrări:

„Arhimede formulează următoarele două principii, pe care le consideră principii experimentale și pe care își fundamentează întreaga teorie:

— natura fluidelor este astfel, încît părțile mai puțin apăsate sînt împinse de cele care sînt apăsate mai mult, iar fiecare parte este totdeauna apăsată de întreaga greutate a coloanei verticale de fluid care îi corespunde;

— tot ceea ce este împins în sus de către un fluid este împins totdeauna după perpendiculara care trece prin centrul lui de greutate.

Din primul principiu Arhimede trage mai întîi concluzia că suprafața unui fluid ale cărui părți sînt presupuse ca apăsînd toate către centrul Pămîntului, trebuie să fie sferică, pentru ca fluidul să fie în echilibru. După aceea, el demonstrează că un corp la fel de greu ca un volum egal de fluid trebuie să se cufunde complet, pentru că, dacă considerăm două piramide egale din fluidul presupus în echilibru în jurul centrului Pămîntului, cea în care corpul nu s-ar scufunda decît în parte ar exercita o presiune mai mare decît cealaltă asupra centrului Pămîntului sau, în general, asupra unei suprafețe sferice oarecare, pe care ne-o imaginăm în jurul acestui centru. În felul acesta el dovedește că corpurile mai ușoare decît un volum egal de fluid nu se pot cufunda decît pînă ce partea cufundată ocupă locul unui volum de fluid la fel de greu ca întregul corp; de aici el deduce următoarele teoreme ale hidrostaticii: corpurile mai ușoare decît volume egale din fluidul în care sînt cufundate sînt împinse de jos în sus cu o forță egală cu excesul greutății fluidului dislocat asupra greutății corpului cufundat, iar corpurile mai grele pierd din greutatea lor o parte egală cu cea a fluidului dislocat".

Arhimede a avut nu numai geniul matematicii abstracte, în care a strălucit. Datorită simțului profund al realității concrete și fecundității gîndirii, el a fost în același timp și un mare fizician, dublat de un inginer desăvîrșit, capabil să inventeze și să construiască aparatele destinate cercetărilor proprii, precum și mașini de război, de o eficiență redutabilă.

Legile gazelor și nedreptatea atribuirii unor mari descoperiri

Legile gazelor se situează printre cele mai valoroase legi ale naturii, descoperite de om. Aceste legi au fost deduse din observații foarte îngrijite, iar apoi au fost prelucrate pe baze teoretice. Aplicațiile lor sînt extrem de vaste.

Noțiunea de gaz a fost introdusă de alchimistul belgian Jean-Baptiste Helmont (1577—1644), un om de mare profunzime intelectuală și de caracter, o combinație ciudată de magician medieval și de empirist modern. După studiile făcute la Universitatea din Louvain și cîțiva ani petrecuți în călătorii, van Helmont se stabilește în localitatea Vilvorde, în apropiere de Bruxelles, unde își consacră existența cercetărilor de chimie, de pirotehnie și de medicină. El pretindea că a ajuns la piatra filozofală, dar cercetările sale i-au adus numai meritul de a fi fondatorul a ceea ce s-a numit multă vreme chimie pneumatică (astăzi toată lumea îi spune fizica gazelor).

În lucrarea intitulată *Ortus medicinae,* publicată postum, în 1648, apoi reeditată de mai multe ori, tradusă în franceză și în engleză și citită de toți chimiștii secolului al XVII-lea, el a introdus termenul de gaz. Observînd că un cărbune emană la ardere ceea ce se numea pe atunci „spirit", el a denumit emanația „spiritus sylvestris" (spiritul pădurii, adică sălbatic, ce nu poate fi condensat) și a notat: „denumesc spiritul necunoscut pînă acum cu un nume nou și anume, gas". Apoi el a continuat: „L-am denumit gas, deoarece abia am putea să-l deosebim de «haos»-ul definit de antici". În deplin acord cu vederile alchimiștilor, Helmont considera gazul ca pe un „principiu ocult", conținut în toate corpurile, de fapt o stare imponderabilă a apei. Însă termenul de gaz nu a pătruns în limbajul curent; toate gazele descoperite pînă în 1766, cînd cuvîntul gaz a căpătat sensul său modern, în urma apariției cărții *Dictionaire de chimie,* au fost numite încă o bună bucată de vreme „aere".

Una dintre legile fundamentale ale gazelor este legea numită azi legea Boyle-Mariotte sau legea transfor-

mărilor izoterme. Povestea descoperirii ei este foarte nostimă.

Prin 1644 experiențele lui Torricelli sugerau că atmosfera exercită o presiune. Tubul său a fost folosit ulterior ca barometru. Potrivit revistei „Philosophical Transactions", barometrul sau baroscopul a fost prezentat pentru prima oară publicului larg de „nobilul cercetător al naturii, dl. Boyle".

Aflînd de posibilitatea de a crea vid, Otto von Guericke, consul de Magdeburg, s-a inspirat din experiențele lui Torricelli și a realizat un dispozitiv de producere a vidului. A creat astfel pompa mecanică de aer, care a și fost expusă în celebra expoziție din 1654. Cînd Boyle a luat cunoștință de pompa lui Guericke, a decis s-o îmbunătățească. Cu ajutorul asistentului său, Robert Hooke, Boyle a construit o mașină pneumatică, cunoscută sub numele de „mașina boyle-ană". Experiențele sale cu această mașină și concluziile la care a ajuns au fost publicate în cartea *Noi experiențe fizico-mecanice privind elasticitatea aerului și efectele ei*, lucrare apărută în 1660.

Contrar celor spuse în cărțile de școală astăzi, legea lui Boyle nu a fost stabilită în această lucrare. Legea nu a fost nici măcar descoperită sau stabilită experimental pînă în anul 1660. În lucrarea sa Boyle nici măcar nu a încercat să dea relații cantitative între presiune și volum. Totuși, lucrarea l-a provocat pe un anume Richard Towneley, din Lancashire, care a determinat precis relația.

Ideea existenței vidului era fundamental opusă concepției lui Aristotel, după care natura avea frică de vid („horror vacui"). Filozofii secolului al XVII-lea se grupaseră, în disputa asupra acestui punct, în două tabere opuse: unii, raționaliștii puri, susțineau că vidul este o imposibilitate; ceilalți insistau asupra bazelor experimentale ale vidului. Boyle a evitat să se implice în această controversă.

Un atac emfatic asupra experiențelor lui Boyle a venit din partea iezuitului Franciscus Linus. În cartea sa, *De corporum inseparabilitate*, publicată în 1662, Linus stăruia că, fizic, ar fi improbabil ca atmosfera Pămîntului să susțină o coloană de mercur cu înălțimea de 30 de țoli (1 țol=1 inch=25,4 mm).

Boyle a scos a doua ediție a cărții sale în 1662. În apendicele ei, intitulat *În apărarea doctrinei privind elasticitatea și greutatea aerului*, apare faimoasa lege a lui Boyle. Boyle scria: „Aduc la cunoștință că eu nu am ajuns la vreo concluzie în urma încercărilor făcute, de măsurare a elasticității aerului, dar ingeniosul gentleman, dl. Richard Towneley, ne-a informat că, fiind convins din experiențele mele că elasticitatea aerului era cauza, s-a străduit să completeze ceea ce am omis în ce privește evaluarea precisă a cît de mult pierde aerul dilatat din forța sa elastică, pe baza măsurării dilatării sale".

Hooke a făcut și el experiențe și a ajuns la același rezultat. E ciudat că Boyle nu l-a menționat pe Hooke, asistentul său, în acest text. Dar nici Hooke nu s-a referit vreodată la Boyle, în legătură cu această lege (ați remarcat, desigur, că este vorba despre același Hooke, care-l va fi șicanat pe Newton, ceva mai tîrziu). Ambii însă l-au menționat pe Towneley.

Așadar, cum ar trebui să-i spunem acestei legi? Legea lui Towneley-Boyle sau pur și simplu legea lui Towneley?

La peste 10 ani de la publicarea lucrării lui Boyle, francezul Edmé Mariotte a publicat patru eseuri (încercări) de fizică, dintre care al doilea avea titlul *Despre natura aerului*. El a stabilit aici relația presiune-volum, fără a se referi la Boyle. Cartea lui Mariotte a avut un rol deosebit de important în diseminarea legii gazelor în Europa. Francezii numesc legea: legea lui Mariotte, iar englezii: legea lui Boyle.

În concluzie putem spune că legea transformării gazelor la temperatură constantă a fost descoperită de Towneley, verificată precis de Hooke, reverificată de Boyle (ajutat de Hooke), pentru prima oară publicată de Boyle și răspîndită în rîndul publicului larg de Mariotte. Este un exemplu din care se vede cum factori întîmplători pot influența esențial atribuirea unei descoperiri.

O altă lege importantă a gazelor este legea transformării izocore, cunoscută sub numele de legea lui Charles. Prima cercetare amănunțită a influenței temperaturii asupra presiunii aerului a fost făcută de G. Amontons, în primii ani ai secolului al XVIII-lea. Amontons a conceput un dispozitiv care să ia aer cald, aerul cald transferînd

căldură dispozitivului, care căpăta o mișcare de rotație. El a stabilit că presiunea unei cantități bine definite de aer se dublează, cînd căldura crește la fel, adică dacă temperatura se dublează. Lucrarea s-a tipărit în 1702. În altă lucrare Amontons a sugerat că aerul ar înceta să mai exercite vreo presiune, în cazul în care căldura (temperatura zicem noi azi) se reduce cu de 2,5 ori intervalul dintre punctul de înghețare și cel de fierbere ale apei, adică la aproximativ —250°C.

Așadar, Amontons a surprins noțiunea de zero absolut. Totuși, abia după 70 de ani efectul răcirii aerului a fost studiat experimental. În cartea sa *Pyrometria* J. H. Lambert scria: „Acum, un grad de căldură egal cu zero este exact ceea ce s-ar numi frig absolut. Astfel, la frig absolut volumul aerului este zero, adică aerul se adună atît de compact, încît părțile lui se ating în mod absolut".

În ceea ce privește legea transformării izobare sau legea lui Gay-Lussac, nici povestea ei nu este mai simplă. Dilatarea, ca efect principal al încălzirii era cunoscută de multă vreme. În 1732 Hermann Boerhaave, în *Elemente de chimie*, menționa că „dilatările (schimbările) densității aerului... sînt totdeauna proporționale cu sporirea căldurii". Boerhaave este renumit prin faptul că a repetat o experiență de 870 ori pentru a fi sigur de rezultat.

Dar creditul descoperirii relației dintre volumul și temperatura unui gaz în termeni preciși îi revine lui Jaques Alexandre César Charles. Deși se spune că Charles a cunoscut legea în 1787, el nu și-a publicat rezultatele. Legea a fost publicată de A. Volta, într-un memoriu asupra dilatării uniforme a gazelor, în 1793. În 1801, în al patrulea eseu al său din *Eseuri experimentale asupra constituției gazelor mixte*, în care expunea rezultatele sale asupra comportării a șase tipuri diferite de vapori, John Dalton nota: „Nu văd nici un motiv pentru a nu trage concluzia că toate fluidele elastice, la aceeași presiune, se dilată în mod egal prin căldură și că pentru orice dilatare dată a mercurului, dilatarea corespunzătoare a aerului este cu atît mai mare, cu cît este mai mare temperatura".

În 1802, deci la cîteva luni după publicarea lucrării lui Dalton, dar independent de Dalton, tînărul savant francez Gay-Lussac, a publicat un studiu în care stabilea că gaze diferite se dilată la fel cînd sînt încălzite între 0 și 100°C. El însuși a făcut numeroase experiențe. Charles ajunsese la același rezultat cu 15 ani mai devreme, dar nu-și publicase rezultatele. În apendicele lucrării sale Gay-Lussac a scris: „... și cetățeanul Charles a observat acum 15 ani aceeași proprietate la gaze; dar cum el n-a publicat rezultatele, eu am aflat despre ele doar din pură întîmplare". Iată deci că nici legea Gay-Lussac nu îndreptățește pe deplin numele pe care-l poartă astăzi.

În ceea ce privește legea transformării adiabatice (lege numită azi legea lui Poisson), ea a fost găsită de fapt de P. S. Laplace, în forma care implică și căldurile specifice.

După cum se vede, în acea perioadă, mai mult ca oricînd, aventura cunoașterii era o aventură solitară, iar ființa umană se angajează în ea în întregime. Pentru Galilei sau pentru van Helmont, pentru Newton sau pentru Hooke, pentru Boyle sau pentru Mariotte, cunoașterea lumii nu se dobîndește fără puritatea inimii. Majoritatea învățaților urmează fiecare calea sa proprie. Leonardo da Vinci își face însemnările în carnete secrete, protejate de o scriere inversată; Tartaglia refuză să-i comunice lui Cardano metoda sa de rezolvare a unei ecuații de gradul al treilea; Tycho Brahe pretinde că nu datorează nimic lui Copernic; Galilei dorește să-l ignoreze pe Kepler, care a trebuit să aștepte moartea lui Tycho Brahe, pentru a obține majoritatea informațiilor pe care spera să le obțină de la el. Invidia, gustul misterului, vanitatea nu explică însă totul. Esențialul constă poate în faptul că omul de știință din acea vreme nu avea în fața lui și nu dorea să aibă decît natura, masa enormă a faptelor în diversitatea lor ireductibilă. El nu recunoaște nimănui dreptul de a le interpreta în locul lui; el nu crede că cineva le-ar fi interpretat corect înaintea lui. Pentru a face să progreseze știința, el nu pornește de la ceea ce este universal admis. Este sarcina lui și numai a lui să construiască direct, pornind de la totalitatea faptelor, întregul edificiu al cunoașterii. El este singur și în întregime răspunzător de tot și de toate; cine îl atacă într-un detaliu îi distruge opera și îi devine dușman. De la un punct încoace, iarăși nimic nou sub soare.

Timbrul muzical

„Cînd spun Marele Secol mă refer la secolul al XVIII-lea"; în acest fel sublinia marele istoric francez J. Michelet preferința sa pentru o epocă în care mai mult se inventa, decît se ridica pe culmi. Dacă ne referim la știință, același secol a mai fost numit și secolul curiozității, datorită avidității de nou, după marile descoperiri și clarificări din secolul al XVII-lea. În acest secol al XVIII-lea căutarea confortului, al cărui gust îl căpătaseră burghezii, a dus la descoperiri științifice și invenții importante sau cel puțin a creat un climat favorabil acestor descoperiri, dar și formelor noi de exprimare a lor și a artei. Acest secol descoperă expresiile matematice ale fenomenului de vibrație a corzilor și tuburilor sonore. Este secolul în care Mozart face ca muzica să cunoască varietatea timbrurilor. Niciodată pînă atunci studiile teoretice ale gamei și gramaticile muzicale nu evoluaseră atît de mult, în paralel, și încă la oameni care nu-și cunoșteau reciproc lucrările. Gustul pentru confort, pentru lux, pentru arte, iată motorul spiritului de invenție al acelui secol.

Experiențe fructuoase asupra sunetelor se făceau însă încă din veacul al XVII-lea. Pe la mijlocul acestui secol M. Marsenne a efectuat diverse experiențe cu corzile vibrante. Între altele a observat că o coardă întinsă dă naștere, pe lîngă nota fundamentală, la ceea ce fizicianul francez J. Sauveur (1653—1716) va fi numit, mai tîrziu, armonice superioare, dar Mersenne nu a putut descoperi cauza fenomenului.

Pentru că din multitudinea de noțiuni ale acusticii, în acest paragraf ne vom referi în special la timbru, să vedem mai întîi ce este timbrul unui sunet. El se definește ca particularitatea unui sunet (în special a vocalelor, dacă ne referim la vorbire) care face să fie deosebit de alt sunet rostit în condiții de durată, de înălțime (calitate a unui sunet, determinată de numărul de vibrații efectuate într-o secundă — adică determinată de frecvența sunetului) și de intensitate identice. Tot timbru se mai cheamă și însușirea sunetelor complexe, determinată de frecvențele și de intensitățile sunetelor (armonicelor) care le alcătuiesc; timbrul permite să se distingă între ele sunetele cu înălțimi și intensități egale, produse de anumite surse

(instrumente muzicale, voci). Aduceți-vă aminte de timbrul unei anumite voci, aduceți-vă aminte că o persoană are un timbru al vocii plăcut, alta unul neutru, iar încă o alta, unul de-a dreptul enervant.

Rolul armonicelor (armonicele sînt sunete care însoțesc sunetul fundamental și care au frecvențe care sînt multipli întregi ai frecvenței fundamentale) în timbru a fost bănuit de celebrul compozitor Jean Phillipe Rameau (în 1726) și înțeles în mod limpede, pe o cale cu totul diferită, de celebrul savant francez Gaspard Monge (către anul 1780), dar această descoperire a rămas practic ignorată timp de aproape un secol, pînă la Helmholtz.

În prefața la lucrarea *Noul sistem al muzicii teoretice*, publicată în 1726, Rameau a arătat că sunetele ce corespund pronunțării vocalelor „o" și „a" conțin, pe lîngă sunetul fundamental, diferite armonice. Această primă încercare a analizei vocale a fost reluată în secolul al XIX-lea, cînd progresul tehnicii experimentale a permis să se exploreze sunetele vocale cu mare precizie.

În ceea ce-l privește pe savantul francez Gaspard Monge, acesta nu a publicat nimic în această problemă, dar concepția sa foarte precisă este redată de un învățat mai puțin cunoscut, Suremain-Missery, care, într-un tratat publicat în 1793, scria, în legătură cu timbrul muzical: „Dar care este cauza generală la care trebuie să-l raportăm? Știu bine că trebuie să fiu de acord cu domnul Monge, de la Academia de Științe, că ceea ce determină cutare sau cutare timbru nu este decît cutare sau cutare ordin și cutare sau cutare număr de vibrații ale divizorilor corzii care produce un sunet, de timbru dat; dar, sau nu l-am înțeles eu bine pe acest celebru geometru, sau el însuși s-a înșelat în acel moment, ceea ce eu nu fac decît să presupun..."

Autorul încearcă în continuare să combată teza lui Monge, afirmînd că este imposibil să se suprapună pe aceeași coardă vibrații elementare de înălțimi diferite. Apoi adaugă: „... Dacă deci o coardă nu se poate împărți astfel, cum ar putea fi oare constituit timbrul ei din ordinul și numărul vibrațiilor divizorilor? Mie mi se pare că tocmai asta spune Monge, deoarece el adăuga că, dacă am putea suprima vibrațiile divizorilor, toate corzile

sonore, din orice material ar fi făcute, ar avea desigur același timbru".

Desigur, Monge ar fi combătut aceste obiecții cu mare ușurință, fiindcă problema timbrului era de o mare simplitate pentru el. Începînd încă din 1771—1772, Monge se interesase de problema teoretică a corzilor vibrante, problemă ce pasionase pe matematicienii din secolul al XVIII-lea și contribuise din plin la crearea teoriei ecuațiilor cu derivate parțiale. Teoria a permis să se explice precis mișcările unei corzi vibrante și, în particular, să se prevadă existența armonicelor suprapuse peste sunetul fundamental.

Pentru un savant ca Monge, căruia îi plăcea să dea interpretări concrete rezultatelor teoretice obținute, era deci foarte ușor să înțeleagă natura exactă a timbrului muzical. Apreciat atît de matematicieni, cît și de fizicieni, Monge ar fi putut impune această teorie. Totuși el n-a făcut-o! Să nu fi fost convins de exactitatea ei? Să fi fost alta cauza? Pe vremea aceea, între matematicieni și fizicienii experimentatori nu prea existau legături și, de aceea, o idee familiară matematicianului, care cunoștea bine ecuațiile cu derivate parțiale, nu a putut fi implantată în fizică. Iată deci una dintre cauzele progresului lent al ideilor din acest domeniu.

Pe deasupra, este un exemplu concludent din care rezultă cum accelerarea sau încetinirea pătrunderii în știință a unor descoperiri valoroase este condiționată de schimbul de informații în domenii adiacente.

Bilanțul secolului al XVIII-lea în acustică este departe de a fi neglijabil. Se realizaseră cunoașterea mai precisă a propagării sunetului în aer, punerea în evidență a independenței frecvenței vibrațiilor față de mediul de transmisie. Natura sunetului apărea caracterizată în special de starea de vibrație. Terenul fiind astfel defrișat, putea fi întreprins studiul fenomenelor de interferență, de rezonanță, analiza sunetelor complexe, compuse prin suprapunerea mai multor sunete simple sau armonice, de unde rezulta noțiunea de timbru.

La sfîrșitul secolului al XVIII-lea aparatul matematic, pregătit prin studiile asupra corzilor și ale altor corpuri vibrante, nu și-a găsit însă aplicarea completă la fenomenul sonor. Numai joncțiunea cu studiile fizice asupra naturii esențialmente vibratorii a sunetului, independent de mediul suport, va permite, pe la începutul secolului al XIX-lea, punerea la punct matematică, datorită seriilor Fourier, a analizei sunetului, și avîntul unei adevărate științe cu aplicații multiple. S-ar putea crede că istoria acusticii secolului al XIX-lea poate fi împărțită într-o ramură teoretică și în una experimentală. În realitate, numai ramura experimentală va contribui la adevărata știință a sunetelor, în timp ce multe dintre memoriile teoretice vor rămîne fără nici o urmare. Experimentatorii vor împrumuta însă idei și sugestii din cercetările matematicienilor, astfel încît acustica așa-zis teoretică, scoasă în evidență de matematicieni, nu a fost prea fecundă, însă a servit drept călăuză fizicienilor.

Mult mai tîrziu deci decît primele încercări clare de elucidare a ceea ce ar putea fi timbrul sunetelor, savantul german Hermann von Helmholtz (1821—1894) a arătat că fiecărui sunet muzical, de înălțime dată, îi corespunde un timbru, care rezultă din suprapunerea peste frecvența fundamentală a unei serii de armonice, sunete „curate", a căror frecvență este un multiplu al frecvenței fundamentale. Această teorie a fost confirmată experimental prin experiențele efectuate de Helmholtz între anii 1863 și 1877, cu ajutorul rezonatoarelor lui. Prin aceste experiențe Helmholtz a arătat că armonicele pot fi extrase din sunetul total, așa cum se extrag culorile din lumina albă, deși nu ne dăm seama că ele se află acolo (tehnică ce corespunde metodei teoretice de analiză armonică a unei funcții periodice).

Pentru promovarea creării de aparate care să permită analiza sunetului, era necesar să se studieze fenomenul de rezonanță, cunoscut încă din antichitate și folosit empiric de constructorii de instrumente muzicale. Rezonatoarele lui Helmholtz sînt de fapt o urmare a lucrărilor fraților Weber asupra notelor pe care anumite corpuri (corzi de pian, diapazonul) le pot emite prin rezonanță și asupra proprietăților de absorbție ale masei de aer dintr-un recipient față de vibrațiile care nu corespund perioadei fundamentale simple, caracteristică instrumentului. Punînd în legătură niște rezonatoare cu un manometru cu flacără, R. König a făcut posibilă vizualizarea stării de vibrație prin folosirea unei oglinzi rotitoare. El a construit

astfel, în 1864, un adevărat analizor de sunete, care să confirme în același timp principiul de bază al rezonanței: izolarea sunetelor proprii și simple.

Dezvoltarea experimentării a dat posibilitatea să se corecteze rezultatele lui Helmholtz în legătură cu vocea omenească (diferitele vocale nu sînt caracterizate prin tonuri absolut fixe, ci prin înălțimi de ton determinate, adică prin rapoarte fixe de vibrație) și să se precizeze influența fazei: variația timbrului cu pozițiile diferitelor faze este imputabilă numai interferenței armonicelor. Limitele de perceptibilitate a sunetelor, puterea de separare a urechii, sensibilitatea ei la diferitele înălțimi ale sunetelor și perceperea timbrului au făcut obiectul unor numeroase cercetări în care regăsim numele lui Helmholtz, Boltzmann și Töpler. Helmholtz s-a ocupat în special de verificarea unui rezultat al lui Weber asupra sensibilității urechii (distingerea a două sunete al căror raport de vibrație este 1 000 : 1 001) folosind fibrele elastice descoperite în organul auditiv de medicul italian Corti. Helmholtz a mai studiat și consonanța și disonanța, pornind de la coincidența sau decalajul armonicelor.

Cu toate că din acustică nu am extras decît o mică parte și anume evoluția analizei timbrului, se poate observa totuși că acustica secolului al XIX-lea a fost o știință-martor, o răspîntie în care se încrucișează toate progresele matematicii și ale celorlalte ramuri ale fizicii, la care apar fapte experimentale noi, generatoare de aparate cu mari consecințe culturale și sociale.

Perpetuum mobile și conservarea energiei

Este adevărat că secolul al XIX-lea nu se înscrie în tradiția curentelor moderate ale spiritului și ale sentimentelor. Mulți conservatori îi spuneau — după denumirea pe care i-o dăduse Lasserre și care a făcut epocă — „stupidul secol al XIX-lea". Așa cum este adevărat că dacă urmărim originea multora dintre instituțiile moderne și a invențiilor noastre, o găsim în secolul al XIX-lea, descoperind în același timp că fondatorii de instituții, făuritorii de invenții s-au înșelat, fără doar și poate, asupra viitorului rezervat realizărilor lor. Saint-Simon și saint-simoniștii lui erau vrăjiți de căile ferate și le vedeau rulînd spre pacea eternă, în timp ce ele, împreună cu urmările lor (hai să ne oprim numai la rachete) vor să se îndrepte spre războiul total.

Secolul al XIX-lea este o perioadă ilustrată, de la începutul pînă la sfîrșitul ei, de o mulțime impresionantă de descoperiri revoluționare și invenții epocale, purtate de la un capăt al lumii pînă la celălalt. El nu este un secol al tradiției, ci unul al exploziilor. Puterea monarhică se împarte între sutele de capete ale parlamentului, iar ordinea feudală se destramă în mulțimea de aventuri burgheze. În timpul lui speranța s-a pus în individ ca factor esențial, iar geniile s-au înmulțit.

Spre ilustrare, facem o trecere în revistă a ceea ce a însemnat perpetuum mobile în istoria științei și la ce descoperiri mărețe a dus imposibilitatea realizării unor asemenea mașini.

Prin mașină cu mișcare perpetuă (un perpetuum mobile) se înțelege o mașină care funcționează continuu, producînd energie, dacă nu mai multă, cel puțin egală cu cea consumată. Un perpetuum mobile de speța întîi este o mașină care funcționează producînd lucru mecanic pe baza altui lucru mecanic (cel mult egal) consumat. Un perpetuum mobile de speța a doua este o mașină care funcționează fără oprire prin transformarea căldurii în lucru mecanic și invers.

Prin secolele al XVI-lea, al XVII-lea foarte multe persoane instruite credeau în posibilitatea mișcării veșnice, fiindcă o vedeau realizată în natură. Gaspard Schott, profesor de teologie și matematică la Würzburg, a scris în 1633 lucrarea *Tehnica curioasă*, în care consacrase vreo 300 de pagini invențiilor de perpetuum mobile. Sînt vreo 20 de invenții dintre care 80 de pagini sînt ocupate cu descrierea mașinii inventată de călugărul polonez Stanislaus Solski, care fusese expusă și în fața regelui Poloniei, Ioan.

Au existat numeroase proiecte de perpetuum mobile. În secolul al XIII-lea un arhitect de pe vremea lui Ludovic cel Sfînt, Villard de Honnecourt, a lăsat un atlas de 33 de foi, în care se află un proiect de mișcare perpetuă. Sub schiță apare inscripția: „De cîtăva vreme se sfădesc maeștrii să facă o roată care să se miște de la sine. Iată aici

una care poate fi făcută să se învîrtească prin ciocănașe neperechi sau cu argint viu". În realitate, roata lui Willard are un punct mort. În jurul acestui punct de echilibru ea oscilează pînă la oprire. Mai tîrziu, în 1683, Alessandro Capra, un arhitect din Cremona, face un proiect asemănător cu cel al lui Villard. În calcule el se servește de principiul pîrghiei. Totul e în ordine, cu excepția faptului că brațul la care se aplică greutatea nu este corect calculat.

Și Leonardo da Vinci (1452—1519) s-a ocupat de asemenea mașini. La Muzeul Britanic se află o foaie cu un proiect de perpetuum mobile, în genul roților discutate anterior. Leonardo da Vinci ajunge totuși la concluzia că aceste proiecte sînt imposibile: „O, cercetătorule al mișcării perpetue, cîte planuri zadarnice pentru aceeași invenție ai făcut!"

O mașină care se voia cu mișcare perpetuă a construit Eduard Somerset, marchiz de Worcester, pe vremea lui Carol I, în Anglia. În cartea sa *A century of inventions* („O sută de invenții"), apărută în 1660, se află descrierea unui perpetuum mobile, despre care el afirmă că este „cel mai de necrezut lucru de pe lume". Invenția fusese prezentată, cu mare pompă, în Turnul Londrei, regelui, ducelui de Richmond, ducelui de Hamilton și curții. Era o roată cu diametrul de 14 picioare, echipată cu greutăți de 50 funți (1 funt = 0,453592 kg) (fig. 6).

Jeremias Mitz, care a construit o celebră roată în 1658, a scris: „Sperabam revolutionem continuam. Sed frustra. Causa tamen cur non succedat, ignoro" (adică, voia să zică: Speram să se învîrtă continuu. Dar degeaba. Nu-mi dau seama din ce cauză nu se produce mișcarea). Gaspar Scott, care reproduce această încercare a călugărului Mitz, explică de ce nu se mișcă roata continuu, spunînd că momentele din dreapta roții nu sînt egale cu cele din stînga ei.

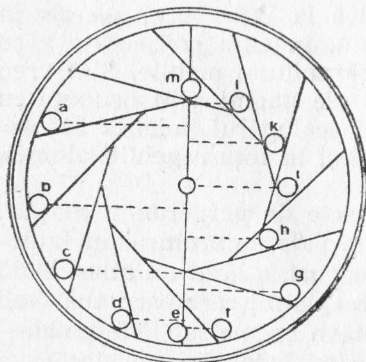
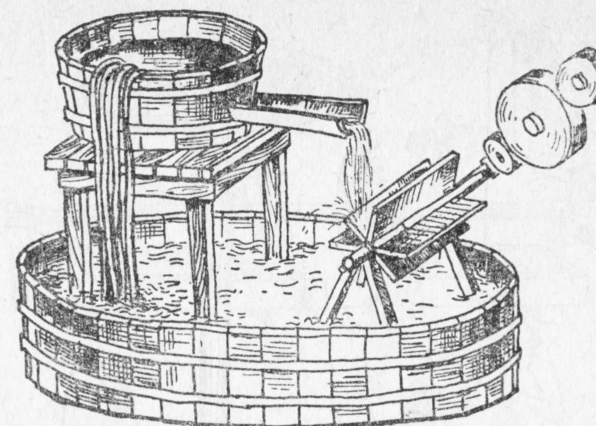


Fig. 6.

Fig. 7.



Pe lîngă aceste proiecte de perpetuum mobile cu roată, s-au făcut numeroase alte proiecte, bazate pe fenomene hidrostatice, pe capilaritate (fig. 7), magnetice. Unul dintre proiecte era de tipul celui dezvoltat de Strada, în 1575. Apa dintr-un rezervor cade printr-un jgheab pe o roată cu palete. Roata mișcă un ax cu o tocilă. În același timp, prin intermediul unor roți dințate, axul mai mișcă un alt ax, care apucă în dinții lui șurubul (melcul) lui Arhimede și pompează apa de jos, în bazinul de sus. Prin cădere, apa mișcă roata, care, prin osii și roți dințate mișcă melcul lui Arhimede, iar apa se ridică iar în vasul superior (fig. 8).

Robert Boyle (1627—1691) povestește despre o reacție chimică ce a mișcat masa lichidului dintr-o oală timp de 10 zile și probabil lichidul s-ar fi mișcat în continuare, dacă oala nu s-ar fi spart. Era în 1685.

Deși tuturor celor care încercau să creeze mișcare continuă, nu le reușeau construcțiile practice, persista la mulți ideea că invenția este totuși posibilă.

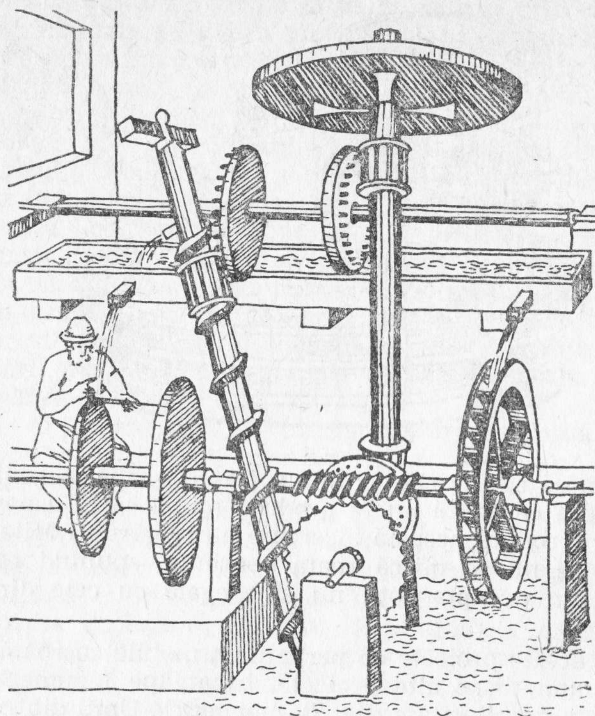
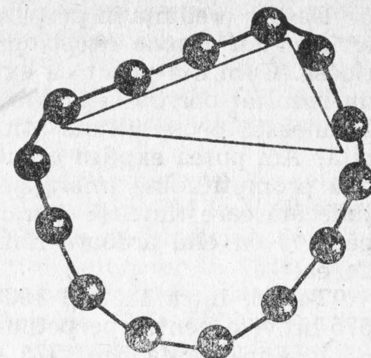


Fig. 8.

Încercările nereușite de perpetuum mobile au avut chiar pe atunci ca revers descoperirea unor legități fizice. Astfel, matematicianul și mecanicianul Stevinus (1548—1620), într-o lucrare din 1605, descrie o experiență de perpetuum mobile (fig. 9), care, nereușind, l-a condus la formularea legii echilibrului: „forțele ce lucrează în două plane înclinate își fac echilibru, dacă sînt invers proporționale cu înclinările planelor".

Pe lîngă oamenii sinceri, încrezători în posibilitatea construirii și funcționării mașinilor perpetue, au existat și șarlatani. În 1817 Geiser prezintă la Frankfurt pe Main un ceas cu o mișcare perpetuă. Din nefericire, inventatorul s-a îmbolnăvit și a murit prematur. Tehnicianul Poppe desface ceasul în prezența societății industriale și totul pare în ordine. În ultimul moment însă, Poppe a descoperit sub secundar, abil ascunse, patru plăcuțe sub care se

Fig. 9.



putea băga o cheie. Încercînd cu o cheie potrivită, el a constatat că sub placa cu cifre era dispus de fapt, bine mascat, un resort.

Un caz celebru este cel al mașinii lui Orffyreus. În 1715 el a prezentat la Merseberg o mașină perpetuă. Landgraful de Hessa, Carol, l-a chemat la curte și i-a permis să-și expună în public invenția, la castelul său, Weissenstein. Inventatorul a așezat mașina într-o cameră sigilată, iar după șase luni mașina funcționa, fără să se fi oprit. Atunci Carol i-a dat lui Orffyreus un certificat prin care se atesta că roata prezentată nu era mînată de vreo forță exterioară, nici de vreo mașinărie de ceasornic, ci e un adevărat perpetuum mobile. Orffyreus publică chiar o carte în limba latină, *Triumphans Perpetuum mobile Orffyreanum*. Fizicianul Gravesande (1698—1742), din Leyda, și-a dat cu părerea că într-adevăr, ar fi vorba despre un perpetuum mobile. Țarul Petru cel Mare a trimis chiar un emisar în Germania, pentru a cumpăra curioasa invenție. Emisarul ceru mai întîi sfatul lui Leibniz și lui Wolf. Wolf dorește să vadă secretul roții, dar Orffyreus refuză. Pînă la urmă, secretul mașinii a fost divulgat de o servitoare. Ea a declarat că mașina era învîrtită din odaia de dormit a lui Orffyreus și, de teama unei vizite neașteptate, învîrteau pe rînd la manivelă, ea și fratele ei, pentru doi groși ora de lucru. De la o vreme ei s-au săturat de această muncă și l-au părăsit pe Orffyreus. Gravesande a fost foarte impresionat de această mărturisire, nevoind s-o creadă adevărată.

Despre credința în perpetuum mobile, M.P.E. Berthelot scria în *La grande encyclopédie:* „Este o chestiune curioasă. Cum s-a putut ca experiența, care pretinde că dă un rezultat pozitiv și tangibil și care eșua întotdeauna, să întîlnească o credulitate atît de persistentă și de prelungită? Am putea explica greu acest lucru, dacă n-am ști cu cîtă promptitudine îmbrățișează spiritul uman orice prejudecată care flatează speranțele sale în putere și în bogăție și cu cîtă ardoare rămîne el atașat cu îndărătnicie de ea!"

Totuși, între 1850 și 1900 în Anglia au fost acordate 575 brevete pentru perpetuum mobile!

Însă în Franța, din 1775 Academia de Științe din Paris a dat dispoziție să nu se mai ia în seamă nici un proiect de perpetuum mobile, motivînd în modul următor decizia: „Construcția unui perpetuum mobile este imposibilă. Chiar dacă cu vremea frecarea și rezistența mediului nu ar distruge forța care pune în mișcare mașina, această forță tot n-ar produce decît un efect care să fie egal cu cauza. De am voi totuși ca efectul unei forțe finite să dureze la infinit, ar trebui ca efectul într-un spațiu finit să fie infinit de mic. Dacă n-am ține seama de frecare și de rezistența mediului, atunci un corp căruia i-am imprima o mișcare și el și-ar menține-o veșnic (corp pe care l-am obține în acest caz închipuit, care însă în natură este imposibil) ar fi complet nefolositor în înțelesul inventatorului".

De ce nu este posibilă construirea unui perpetuum mobile? Primul care a insistat că în natură există ceva care nu se distruge a fost matematicianul și filozoful francez René Descartes. În scrisoarea sa, din 26 aprilie 1643, către fizicianul Mersenne, el scria: „... mișcarea nu poate să piară, dacă nu este distrusă de vreo cauză exterioară sau mai degrabă dacă nu este schimbată, fiindcă nu cred să nu fie totdeauna ceva care să o distrugă". Descartes exprimă conservarea forței (zicea el) prin menținerea constantă a mărimii mv. Leibniz înțelegea prin forță mărimea mv^2. Noțiunile mecanice erau încă foarte confuze în secolele din urmă.

Așadar începuse să se întrevadă un principiu de conservare. Între timp, Lavoisier descoperise principiul de conservare a substanței. Nu era un lucru nou, deoarece un principiu asemănător se afirmase încă din antichitate.

Ex nihilo nihil, in nihilum nil possere reverti (sau nimic nu vine din nimic, nimic nu se întoarce la nimic). Lucrețiu spunea: *nihil posse creare di nihilo* (nimic nu se creează din nimic). Lavoisier dovedește că în timpul fermentației alcoolice substanța se conservă: mustul de struguri se transformă în acid carbonic și alcool.

Astăzi descoperitorul principiului conservării energiei este considerat Julius Mayer. Născut în 1814 la Heilbronn, în Germania, a intrat la Facultatea de Medicină din Tübingen în 1832 și și-a luat titlul de doctor în 1838. Apoi s-a angajat ca medic pe o corabie olandeză, care pornea spre Batavia (Java), la 22 februarie 1840. Îmbarcarea întîrziind șase luni, în răstimp, rămas la Paris, a luat contact cu lucrările lui Lavoisier.

Pe corabie a avut ocazia să ia sînge de la oamenii echipajului și a observat că la tropice oamenii au în vine un sînge mult mai roșu decît la alte latitudini. Acest sînge ar fi trebuit să fie negru, pentru că vine încărcat cu resturile de ardere din celule și lipsit de oxigen. Or, la ecuator fiind cald, corpul nu are nevoie să-și mențină temperatura prin arderea substanțelor aduse de sînge: deci sîngele conține o cantitate de oxigen neutilizat, care dă culoarea roșu-deschis. Mayer a mai observat că apa mării bătute de valuri este mai caldă.

Mayer era medic, fără cunoștințe prea solide de fizică. Avea 28 de ani. E interesant faptul că Ostwald considera că ideile geniilor încolțesc în mintea lor pe la 27 de ani. De mic copil Mayer se ocupase de perpetuum mobile. Astfel încît probabil o intuiție genială l-a condus să facă o legătură între consumarea alimentelor pentru a rezulta lucru mecanic și căldură și cercetările la care se gîndise în ceea ce privește lucrul mecanic perpetuu.

Într-o scrisoare adresată prietenului său Griessinger, Mayer scria: „Mă ocupam cu fizica și m-a pasionat atît de mult acest studiu, încît peisajul exotic în mijlocul căruia mă aflam mă interesa foarte puțin, lucru pentru care mulți mă vor bîrfi. Preferam să stau mai mult pe puntea vaporului, unde puteam lucra neîntrerupt și unde uneori mă simțeam ca inspirat, cum nu-mi amintesc să mai fi fost vreodată de atunci. Va veni ziua, sînt sigur, în care aceste adevăruri vor ajunge să fie admise în știință. Prin cine se

va realiza acest lucru şi cînd se va întîmpla, cine ar putea s-o spună?"

Prin legătura dintre lucrul mecanic ce provenea din consumarea alimentelor şi căldura care este necesară omului la tropice, Mayer a ajuns la concluzia că lucrul mecanic şi căldura sînt două forme ale aceluiaşi lucru, aceleaşi forţe (pe vremea lui Mayer nu exista cuvîntul „energie"; el a fost introdus de Rankine, în 1853).

Întors în ţară, Mayer scrie un memoriu cu concluziile sale asupra forţelor, pe care îl trimite lui Poggendorf, directorul revistei „Annalen der Physik". Poggendorf n-a publicat lucrarea, dar nici nu i-a înapoiat-o autorului ei. Întrucît, aşa cum spuneam, Mayer nu avea decît cunoştinţe sumare de fizică şi de matematică, lucrarea era confuz scrisă, aşa că publicarea ei tot n-ar fi fost de folos. Nepublicarea ei l-a făcut însă pe Mayer să studieze în mod sistematic fizica şi matematica. Apoi Mayer a întocmit un alt memoriu, de opt pagini, care a fost publicat în „Annalen der Pharmacie und Chemie", de către Liebig, în numărul din mai 1842, la coada revistei, sub titlul *Observaţii asupra forţelor lumii neînsufleţite*.

Pornind de la principiul *causa aequat effectum*, Mayer găsise că energiile nu se distrug, n-au greutate, dar sînt variabile, că lucrul mecanic şi căldura se transformă una în alta. După calculele lui Mayer, un lucru mecanic de 365 kgm* dă o calorie.

În 1843 James Prescott Joule (din Manchester) determină echivalentul mecanic al caloriei şi găseşte valoarea de 425 kgm. (Mai tîrziu, în 1891, cea mai precisă determinare a fost făcută de savantul român C. Miculescu, la Paris: 427 kgm; rezultatul este valabil şi astăzi.) Joule era fizician amator. Din veniturile fabricii sale de bere şi-a făcut un laborator în care se ocupa cu studiul fenomenelor electrice şi al celor magnetice. Neştiind de lucrarea lui Mayer, Joule a făcut experienţe în mod independent, pentru a dovedi că există o echivalenţă între căldură şi lucrul mecanic. Principiul echivalenţei a fost publicat la un an după apariţia lucrării lui Mayer. Lucrările lui

* Kilogram-metrul este vechea unitate de măsură a energiei. De fapt, corect este kilogram forţă-metru; această unitate este egală cu 9,81 J.

Mayer şi Joule se completează de fapt, prima fiind teoretică, iar cea de-a doua experimentală.

În 1845 Mayer a scris lucrarea *Despre mişcarea organică în raporturile ei cu nutriţia*, în care generalizează principiul echivalenţei dintre căldură şi lucrul mecanic la toate formele de energie (el le numea forţe). Mayer preciza că în toate fenomenele fizice şi chimice forţa dată rămîne o mărime constantă. El numeşte transformările suferite „metamorfoze". Face şi o clasificare a transformărilor: 1) mişcare; 2) căldură; 3) magnetism; 4) electricitate; 5) reacţii chimice. Tot în lucrare expune 25 de exemple de transformări de energie. Cu aceasta se poate considera că a fost descoperit principiul conservării şi transformării energiei.

Legea conservării şi transformării energiei (denumită şi principiul întîi al termodinamicii) este o lege fundamentală a naturii şi are un caracter universal. Această lege spune: energia nu se pierde şi nu se creează; ea se transformă numai dintr-o formă în alta, în diferite procese fizice şi chimice. Cu alte cuvinte, energia unui sistem izolat (adică un sistem termodinamic care nu face schimb cu mediul exterior nici de căldură, nici de lucru mecanic, nici de substanţa) rămîne constantă. Legea conservării energiei nu este în fond decît afirmarea imposibilităţii mişcării perpetue de speţa întîi: nu se poate imagina un motor care să funcţioneze fără a împrumuta nimic din exterior.

Asupra legii conservării energiei a atras atenţia Helmholtz (1821—1894), care, într-o lucrare celebră, publicată în 1847, *Despre conservarea forţelor*, a ajuns la aceeaşi concluzie ca şi Mayer, independent de ultimul. Numai că expunerea sa era precisă, corectă şi elegantă, fiindcă Helmholtz cunoştea bine fizica şi matematica. Helmholtz a mărturisit totuşi că prioritatea îi aparţine lui Mayer şi de aceea a numit principiul conservării energiei „principiul lui Mayer", iar principiul echivalenţei, „principiul lui Joule".

Şi totuşi mulţi nu l-au recunoscut pe Mayer ca descoperitor al legii conservării energiei. Mayer a suferit foarte mult. În mai 1850, după o noapte de insomnie, are un acces de delir şi se aruncă pe fereastră, rănindu-se grav. În 1851 se îmbolnăveşte psihic şi este dus într-un sana-

toriu, unde rămîne 13 luni. Aici suferă cumplit, deoarece atît doctorul, cît și nevasta îl obligă să recunoască că este nebun. Pleacă mai apoi în Elveția, pentru a se reface, de unde, întorcîndu-se, rămîne pînă la sfîrșitul vieții (1878) la Heilbron. În tot acest răstimp Mayer era mai mult decît consternat. Între alții, Helmholtz, care formulase independent legea de conservare și care îl recunoscuse ca precursor, a rămas toată viața dușmanul lui Mayer.

Astăzi, Mayer are statuie în orașul natal. Unii sînt tentați să spună „mai bine mai tîrziu decît niciodată". Bineînțeles, dar . . .

Descoperirea legii de conservare a energiei a pus baza științifică argumentării imposibilității construirii unui perpetuum mobile de speța întîi, adică a unei mașini mecanice care să funcționeze fără oprire.

În situația în care sistemul efectuează lucru mecanic căldura (sau energia electrică) se transformă în energie mecanică după o anumită echivalență, energia mecanică obținută, transformată în căldură (energie electrică) ar trebui să dea căldura (sau energia electrică) de la început, iar cele două sisteme cuplate ar avea o mișcare veșnică. Așa cere legea conservării energiei. Totuși insuccesul inventatorilor era evident.

Sadi Carnot, ofițer și inginer francez, ia drept axiomă adevărul că acest perpetuum mobile nu poate fi obținut. Pe această bază, el găsește principiul degradării energiei. Legea conservării energiei nu spune care transformări sînt mai ușor de realizat sau în ce direcție se efectuează fenomenele din natură. Pentru că în timp ce lucrul mecanic poate fi transformat integral în clădură, aceasta nu poate fi transformată decît parțial în lucru mecanic. Această constatare a făcut ca căldura să fie considerată o „formă inferioară" de energie, iar fenomenul a fost denumit „degradarea energiei".

În 1824, în lucrarea *Reflecții asupra puterii motrice a focului*, Carnot arăta că o mașină termică nu poate transforma căldura în lucru mecanic, dacă nu există o diferență de temperatură între două dintre organele mașinii, de exemplu, între cazanul cu aburi și condensator. După cum arăta Carnot, orice mașină termică presupune existența unei surse calde și unei surse reci, iar funcționarea ei atrage după sine transportul unei cantități de căldură de la

prima sursă la cea de a doua. „Mașina cu foc" poate fi deci comparată cu o moară de apă. După cum este nevoie de o cădere de apă pentru a face să funcționeze un motor hidraulic, tot așa este nevoie de o „cădere" de temperatură, pentru a face să funcționeze un motor termic.

Energia mecanică poate fi totdeauna folosită în totalitatea ei, ceea ce nu este cazul cu căldura. Pentru ca o kilocalorie să poată fi făcută să restituie în întregime echivalentul ei mecanic, ar trebui să imaginăm un șir de căderi de căldură între surse calde și surse reci, pînă s-ar ajunge la temperatura zero absolut, adică un proces imposibil. Pe de altă parte, din cauză că energia mecanică este însoțită totdeauna, cînd este folosită, de o degajare de căldură, egalizarea temperaturii, care tinde să se producă de la sine într-un sistem izolat, face ca energia calorică eliberată să fie din ce în ce mai puțin utilizabilă, să devină o formă de energie degradată, cum spuneam mai sus. Spre sfîrșitul secolului al XIX-lea, Boltzmann a arătat că energia calorică nu este o energie cinetică ordinară, ci o energie cinetică de agitație dezordonată și că degradarea ei este provocată de evoluția spre dezordine a mișcărilor moleculare.

Carnot a calculat la diferite mașini cantitatea de căldură cheltuită și lucrul mecanic obținut și a găsit că raportul dintre ele este aproape totdeauna același, oricare ar fi mașina și vaporii dacă temperaturile între care funcționează mașina sînt aceleași. Carnot fiind ofițer de vas a fost stimulat în cercetările lui de necesitatea îmbunătățirii randamentului mașinilor cu vapori.

Așadar, potrivit principiului lui Carnot, totdeauna o parte din căldura implicată într-o transformare nu mai poate fi folosită, ea pierzîndu-se, ceea ce face, evident, imposibilă funcționarea unui perpetuum mobile de speța a doua. Ultima propoziție este și una dintre formulările principiului al doilea al termodinamicii. În forma sa cea mai generală, al doilea principiu al termodinamicii poate fi enunțat în modul următor: orice transformare reală spontană este o transformare ireversibilă (adică sistemul nu mai revine de la sine la starea inițială). Alte formulări, care sînt cazuri particulare ale enunțului general, sună în felul următor: nu se poate face să treacă căldura de la un corp rece la unul cald, fără consum de lucru me-

canic (R. Clausius); cu ajutorul unui agent material neînsuflețit nu se poate obține lucru mecanic prin răcirea unei mase oarecare de substanță sub temperatura celui mai rece dintre corpurile exterioare (W. Thomson — lordul Kelvin); este imposibil de construit o mașină care să funcționeze periodic și a cărei întreagă acțiune să se reducă la ridicarea unei greutăți și la răcirea unei surse de căldură (M. Planck).

Atît primul principiu, cît și cel de al doilea ale termodinamicii sînt enunțate, după cum s-a văzut, pe baza experienței. Iată deci cum observații experimentale îndelungate, combinate cu imposibilitatea construirii practice a unor mașini cu funcționare continuă au condus la formularea a două mari principii în fizică, principii care, la rîndul lor, au guvernat construirea mașinilor și optimizarea randamentelor lor pînă în epoca actuală.

Pe lîngă o serie nenumărabilă de descoperiri realizate în toate domeniile științei, aceste principii, fundamentale în fizică, au fost revelate exact în secolul al XIX-lea, secolul geniilor, cum spuneam la începutul paragrafului.

Ca o curiozitate și ca dovadă că ele au fost numite așa ulterior, cînd s-au făcut mai multe clarificări și clasificări, al doilea principiu al termodinamicii a fost descoperit înaintea primului principiu, așa cum cititorul atent a și observat mai sus.

Măsurarea constantei gravitaționale

H. Cavendish descindea dintr-o familie de lorzi din Devonshire. S-a născut în 1731. La 11 ani a fost dat la una dintre cele mai bune școli din Londra, iar la 18 ani a intrat la Universitatea din Cambridge, pe care a părăsit-o după patru ani, fără a fi cîștigat vreun titlu științific. Acest fapt s-a datorat atît stării sale bolnăvicioase, cît și emoțiilor la examene, care-l făceau să nu poată răspunde în mod corespunzător.

Tatăl lui Henry era un om cunoscut (Sir Charles Cavendish), nu prea bogat, interesat însă foarte tare de științele naturii. Fusese mulți ani membru al Societății Regale din Londra. El se interesa pe vremea aceea de electricitate, care era la modă. Benjamin Franklin scria despre C. Cavendish: „... ar fi de dorit ca un savant atît de respectat să informeze mai mult lumea asupra mulțimii de experiențe făcute de el cu multă grijă". Se presupune că unele experiențe ar fi fost făcute de tată, împreună cu fiul său, Henry. Treptat, Henry a devenit tot mai interesat de științele naturii.

Henry Cavendish a publicat foarte rar rezultatele sale științifice și, de aceea, mai tîrziu au apărut dispute aprige asupra priorității descoperirilor. El a devenit membru al Societății Regale din Londra, în 1780, și a publicat vreo 10 lucrări științifice în „Philosophical Transactions". La ședințele Societății Regale era activ, lua cuvîntul la discuții și certuri, simțindu-se uneori stînjenit de vocea sa acută, puternică. Davy scria că Henry era „devotat slujirii adevărului și că îi repugnau renumele și slava!"

H. Cavendish s-a stins din viață în 1810, iar ultima sa lucrare (1809) a fost dedicată instrumentelor astronomice.

Cavendish este cunoscut mai ales pentru determinarea densității medii a Pămîntului, pentru că, devenind mizantrop, nu și-a publicat sumedenie de rezultate, ba chiar nici lucrări scrise gata, care se refereau la diverse descoperiri în domeniul electricității și altele la proprietățile hidrogenului. Articolele care fuseseră scrise au fost găsite de Maxwell, care le-a publicat în 1897. Din cauza nepublicării lor, rezultate epocale n-au avut influență asupra dezvoltării ulterioare a fizicii.

Acele rezultate și lucrări se referă la crearea unei teorii newtoniene a electricității și magnetismului (azi fiind cunoscute mai ales lucrările lui Coulomb, Franklin etc.), la definirea cu precizie a noțiunilor de sarcină electrică și de potențial electric. Într-un cuvînt, începînd cu Franklin, dar în special cu Cavendish și cu Coulomb putem spune că am pășit, în domeniile electricității și magnetismului, pragul științei moderne. Contribuțiile importante ale lui Cavendish din chimie se referă la identificarea hidrogenului, în 1765, la realizarea unui progres important în manevrarea gazelor, fapt care a permis chimiștilor să capteze gazele solubile în apă. Cavendish a fost primul care a constatat, provocînd combinarea lor cu ajutorul scînteii electrice, că oxigenul și hidrogenul se uneau în proporții volumetrice determinate, pentru a forma apa. Vestea a ajuns la Paris în iunie 1783; Lavoisier și Laplace au re-

făcut imediat experiența și au afirmat în aceeași zi: „Apa nu este o substanță simplă; ea este compusă din cantități egale de aer inflamabil (hidrogen — spunem azi) și aer vital (acum, oxigen)".

Într-o lucrare, dintre cele 10 apărute, publicată în 1798, este descrisă celebra sa experiență, de măsurare a densității Pămîntului. Cum a apărut problema?

În acea vreme calculul comprimării Pămîntului, comprimare determinată de rotație, calcul făcut în ipoteza densității constante a Pămîntului, s-a dovedit a fi în discordanță cu datele de observație geofizică. Este interesant că Newton însuși emisese ipoteza că densitatea straturilor interioare ale Pămîntului trebuie să depășească de șase ori densitatea apei.

Pînă la Cavendish densitatea Pămîntului se deducea din observațiile asupra îndepărtării unei bare din plumb de la poziția verticală, sub acțiunea munților (vă dați seama care era precizia măsurătorii!). Dar metoda conținea în sine multe erori, iar Cavendish s-a decis s-o elimine. Pentru măsurare a folosit un dispozitiv inventat de fizicianul englez John Mitchell, pe care Cavendish l-a perfecționat substanțial.

Experiența consta în determinarea perioadei oscilațiilor de torsiune ale unui fir de cupru argintat, de care era fixată o bară cu două bile ușoare la capete (fig. 10). Perioada de oscilație a sistemului depinde de interacțiunea acestor bile cu două bile mai mari, din apropiere, așa cum rezultă din legea atracției universale. Prin măsurători precise ale perioadei de oscilație, se poate determina constanta gravitațională γ. Apoi, știind raza medie a Pămîntului și accelerația gravitațională, g, se poate calcula densitatea medie a Pămîntului,

$$g=\frac{\gamma M}{R^2};$$

$$M=\frac{4}{3}\pi R^3\rho,$$

de unde rezultă

$$\rho=\frac{3g}{4\pi\gamma R}.$$

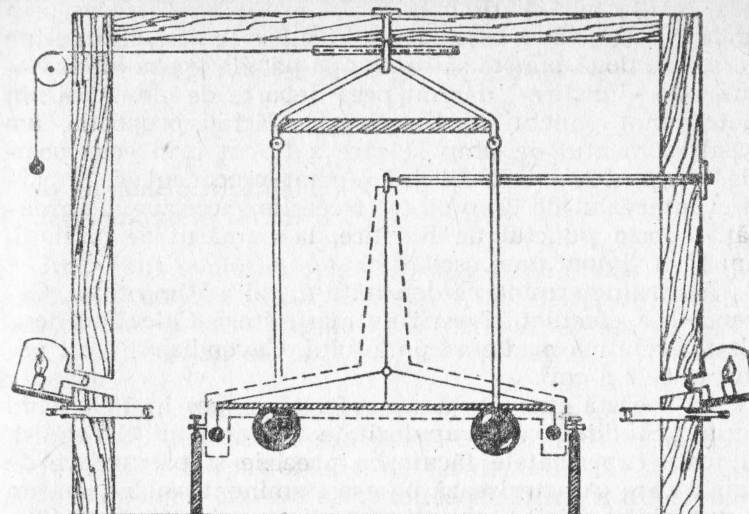


Fig. 10.

Pentru istoria științei, cea mai valoroasă nu este determinarea densității Pămîntului, ci posibilitatea calculării, din date măsurate pe Pămînt, a constantei fundamentale γ. Cavendish a rămas în istoria științei în special pentru punerea la punct a unei metode de determinare a constantei gravitaționale.

Cavendish a folosit multă abilitate experimentală pentru a construi dispozitivul. Bilele mari și cele mici puteau fi reglate de la distanță, pentru a micșora efectele intervenției observatorului. El a folosit un „tub de vedere" (o lunetă), cu care a măsurat deplasarea bilelor cu o precizie de 1/20 inch (≈0,1252 cm).

Pentru a elimina erorile întîmplătoare, Cavendish a dezvoltat un procedeu special. El scria: „Am determinat în mod consecvent trei puncte limită ale oscilației, am luat media între primul și al treilea, socotind punctul său limită de îndepărtare într-o direcție, iar apoi am determinat punctul de echilibru al barei (Cavendish folosea termenul de „punct de liniștire") ca medie între punctul găsit prin calcul și al doilea punct limită". Mai departe: „Am determinat două puncte limită de oscilație și, de aseme-

nea, momentele de timp la care capătul barei trecea prin două puncte date, care se aflau între limite, silindu-mă ca aceste două puncte să se afle pe părțile opuse ale punctului de «liniștire», dar nu prea departe de ele. Apoi am determinat punctul de liniștire și, făcînd proporția, am găsit momentul de timp la care a trecut prin acea poziție. După cîteva oscilații am repetat procedeul și, împărțind intervalul de timp dintre trecerile succesive ale greutăților prin punctul de liniștire, la numărul de oscilații, am găsit timpul unei oscilații".

Pentru determinarea densității medii a Pămîntului, Cavendish a efectuat 17 serii de măsurători. Calculînd densitatea relativă medie a Pămîntului, Cavendish a găsit valoarea 5,48 g/cm^3.

La această experiență s-a referit Laplace în 1820, cînd scria: „Studiind cu scrupulozitate aparatul lui Cavendish și toate experiențele făcute cu precizie și pătrundere de spirit, care caracterizează pe acest eminent savant, nu am putut ridica nici o obiecție împotriva valorii de 5,43 a densității Pămîntului".

Astăzi, dispozitive moderne pentru determinarea densității Pămîntului folosesc același principiu cu cel al experienței lui Cavendish. La ora actuală, valoarea considerată valabilă este $\rho = 5517$ kg/m^3.

Experiența lui Cavendish este o pildă de ingeniozitate împinsă pînă la extrem, în condiții experimentale precare. Un principiu de măsură valoros poate dăinui de-a lungul veacurilor, precizia experimentală depinzînd doar de perfecțiunea aparaturii folosite.

De la piatra filozofală, la diamantele sintetice

În cursul evoluției sale milenare, umanitatea n-a încetat să acumuleze și să folosească experiențe de chimie, fără ca cineva să se fi gîndit să le sintetizeze într-un sistem științific sau să caute cauzele primare ale fenomenelor.

Încă din antichitate, popoarele au utilizat forța focului, proprietățile dizolvante sau purificatoare ale apei, procesele organice de putrefacție, de fermentație, de acidizare și de coagulare precum și acțiunea medicală a diferitelor substanțe. Abia în epoca filozofilor naturiști greci apar primele meditații asupra cauzelor fenomenelor. Aristotel a fost gînditorul care a susținut ideea celor patru elemente fundamentale ale naturii (apa, aerul, focul și pămîntul), emisă de Empedocle, și, ceea ce a fost deosebit de important pentru mai tîrziu, ideea că elementele unui obiect pot fi schimbate în elementele altui obiect. De pildă, el pretindea că o bucată de pămînt ar putea fi preschimbată în aur, dacă ar fi convenabil prelucrată. Acesta a fost sîmburele rațional al credințelor alchimiste de mai tîrziu. De atunci și pînă în epoca modernă se plasează istoria alchimiei, pe care unii au considerat-o ca pe o aberație, iar alții ca pe o verigă necesară în evoluția chimiei.

Alchimia își face practic apariția în primele secole ale erei noastre și primii săi aderenți au fost recrutați din rîndurile vizionarilor religioși, din cele ale credulilor și chiar din cele ale impostorilor. Soarta alchimiștilor n-a fost una dintre cele mai bune. Ea a fost adesea contradictorie. După 1 000 de ani de la începuturile alchimiei, împărați și regi avizi de bogății au îndemnat supușii să încerce să schimbe un metal în altul sau să producă pietre prețioase. Mulți au plătit cu viața pentru că nu au reușit imposibilul, amestecînd tot felul de substanțe. Cu toate procesele intentate în evul mediu diverșilor șarlatani, nu-

meroși prinți germani s-au adresat alchimiștilor pentru a le reface averea pierdută în petreceri și desfrîu.

Încă din zorii alchimiei asistăm la numeroase persecuții ale alchimiștilor, care erau priviți cu neîncredere și cu teamă. Dioclețian (Caius Aurelius Valerius Diocletianus) declarase un război fără milă producătorilor de bani falși (care erau considerați tot un fel de alchimiști). Tratatele de alchimie și toate cărțile care se ocupau cu arta de a fabrica aur, argint și pietre prețioase au fost arse.

Cele mai importante manuscrise de alchimie au fost găsite într-un mormînt din Egipt: papirusul din Leyda și Papirusul Holmiensis, scrise în secolul al III-lea (e.n.), dar textele lor sînt mult mai vechi, autor fiind Bolos (250—200 î.e.n.); ele reproduc în mare parte *Physica* și *Mistica* lui Aristotel. Probabil că posesorul manuscriselor ceruse ca ele să fie îngropate o dată cu el, pentru a evita ca moștenitorii să aibă necazuri, datorită prigoanei declanșate de Dioclețian. În patru cărți Bolos tratează despre aur, despre argint, despre perle, despre pietre prețioase și despre fabricarea purpurei. Se dau rețete detaliate despre aliaje sau cum să se obțină perle false și să se unească rubine cu topaze. La toate sînt adăugate formulele magice și prescripțiile astrologice, deoarece operațiile metalurgice pot fi favorizate de conjuncții ale aștrilor sau ale planetelor. Fiecărui astru alchimiștii îi asociau un metal; de exemplu, Soarele era simbolul aurului, Luna, al argintului, Venus, al cuprului, Marte, al fierului, Jupiter, al electrumului (aur nativ cu un conținut mare de argint), Saturn, al plumbului, Hermes, al staniului etc.

În secolul al IV-lea apar pentru prima oară termenii de alchimie și de chimie, datorate lui Zosimos din Panopolis (cam prin anul 336 e.n.). Zosimos a fost autorul cel mai fecund al alchimiei în zorii ei. În *Scrisori către Teosebia* el dă indicații asupra stării alchimiei în secolele al IV-lea și al V-lea și asupra relației ei cu filozofia.

Cuvîntul chimie are la origine mai multe izvoare posibile. Unii susțin că ar veni de la numele profetului evreu Chémés, alții că ar proveni de la Chymia, χυμα, adică topire, în fine, și mai alții presupun că acest cuvînt își are sorgintea în vocabula kémi (care ar vrea să spună negru, în limba coptă).

Chimiei (ca și alchimiei — „al" fiind prefix al aurului, introdus de arabi) i se atribuia un caracter diabolic, deoarece în capitolul al VI-lea *Geneza* se spune că înainte de potop fiii zeilor au luat în căsătorie pe fiii oamenilor; pentru a-i seduce, unul dintre ei, îngerul Asasel, le-a destăinuit secretele plantelor care vindecă și frumusețea bijuteriilor false.

Spre secolul al X-lea dezvoltarea alchimiei a fost preluată de musulmani. După tradiția arabă din secolul al X-lea, prințul Khalid ibn Yazid, din dinastia Ommiad (mort în anul 704, la 40 de ani) ar fi fost primul care a pus să se traducă în arabă, de către savanți egipteni și greci, lucrările de astrologie, de medicină și de alchimie și s-a ocupat activ de alchimie.

Insuccesele repetate ale alchimiștilor de a transforma metalele ori alte substanțe în aur au dus la o nuanță de scepticism în acest domeniu. Astfel, în secolul al XIV-lea, Petrus Bonus, în *Margarita pretiosa* se arăta sceptic în privința eficacității procedeelor de transmutație a elementelor. Mai tîrziu, J. Dalton a susținut că aurul nu poate fi obținut din alte substanțe, pentru că atomii unui element sînt diferiți de atomii altui element. În 1808 el spunea: „Alchimiștii nu au recunoscut problema cu care erau confruntați. Aurul este un element, iar atomii sînt atît de diferiți de la un element la altul, încît ar fi un adevărat miracol să se poată realiza aur din banalul fier".

Și totuși . . . În ultimul secol oamenii de știință au început să simtă că lucruri „elementare" și mai mici decît atomul există în interiorul fiecărui atom. Ei au presupus că părțile atomului sînt unite prin forțe numite de ei „abstracție electrică", neînțelegînd atomul prea bine, dar admițînd că între particule există spații goale.

În 1919 Sir Ernest Rutherford a descoperit că se pot folosi elementele radioactive pentru a bombarda cu radiații alte elemente: „Folosesc razele drept proiectile" spunea el. Cu radiațiile emise de radiu Rutherford a reușit să transforme nucleele de azot în nuclee de oxigen. A fost momentul în care, pentru prima oară după 2000 de ani, alchimia obținuse un succes. Se realizase prima transmutație artificială a elementelor. Toată chestiunea este că de fapt nu mai era vorba de alchimie, în această realizare, ci mai degrabă de alfizică.

O altă problemă pe care şi-o puneau alchimiştii era obţinerea de pietre preţioase artificiale. Pietrele preţioase sînt minerale de mare valoare, datorită frumuseţii (ca podoabă), durabilităţii şi rarităţii lor. Unele sînt transparente, altele (piatra lunii şi ochiul de tigru) sînt translucide şi cîteva (lapislazuliul — i se mai spune lapis sau lazurit — şi opalul) sînt opace. Majoritatea sînt colorate (rubinul, smaraldul, opalul, alexandritul) şi tocmai culoarea este cea mai importantă trăsătură a lor. Pietrele fără culoare sînt foarte populare. Diamantul este cea mai valoroasă dintre toate. La diamant sînt importante două proprietăţi: brilianţa (strălucirea) şi focul. Brilianţa este proprietatea pietrei de a strînge lumina dintr-un unghi spaţial mare şi de a o reflecta spre ochiul privitorului. Acest efect poate fi amplificat foarte tare, dacă piatra este tăiată şi miriadele de feţe şi faţete sînt dispuse la unghiuri alese cu grijă. Cînd piatra cu feţe multiple este deplasată, lumina atinge ochiul pornind de la diverse feţe care îşi schimbă continuu poziţia. Frumuseţea pietrei depinde de strălucirea ei. Focul pietrei este evantaiul de culori care apar atunci cînd lumina suferă fenomenul de dispersie şi apare spectrul optic, ca printr-o prismă, producînd curcubeie. Pentru o asemenea piatră este important jocul interferenţei dintre brilianţă şi foc.

În prezent se crede că arta bijuteriilor a apărut pe Valea Tigrului şi pe Valea Eufratului. Cea mai veche bijuterie cunoscută este un lănţişor (de pus la gît), găsit în Arpachiya, lîngă Ninive, în Asiria, datat din perioada Halaf (aproximativ anul 5000 î.e.n.). Lănţişorul avea încorporat obsidian (o piatră vulcanică), o mărgică de argilă, închisă la culoare, şi un pandantiv de piatră neagră. Argila pare a fi o imitaţie de obsidian. Este cea mai veche imitaţie cunoscută. Scoicile existente în bijuterie erau umplute cu un pigment roşu. Roşul şi negrul erau culori populare pe atunci şi se foloseau frecvent în olărit. Bijuterii sofisticate, de o frumuseţe inefabilă, s-au găsit în mormîntul lui Tutankhamon. Egiptenii erau aurari foarte îndemînatici şi foloseau turcoaza, carnelianul, lapislazuliul şi alte pietre preţioase la bijuterii, care aveau nu numai rol decorativ, ci indicau şi rangul persoanei respective. Turcoaza (peruzeaua) era extrasă din minele din peninsula Sinai. Smaraldul şi lapislazuliul se aduceau din

Afganistan (Badakshan). Făurarii de bijuterii aparţineau clasei artizanilor, care aveau rangul situat între scribi şi agricultori.

Prima încercare de a sintetiza o piatră preţioasă a fost făcută în Egipt. S-a încercat aplicarea unei glazuri pe mineralul steatit, pentru a-l face să semene cu malachitul sau cu lapislazuliul. Steatitul (varietate de talc) este unul dintre cele mai uşor de prelucrat minerale. El se ciopleşte uşor şi poate fi transformat lesne în mărgele. La încălzire se durifică exteriorul, dar nu se topeşte piatra. Steatitul poate fi deci glazurat. Un lănţişor dezgropat la El-Badari (datînd cam din anul 4000 î.e.n.) era alcătuit din mărgele glazurate de steatit verde; pe mărgele se mai dezvoltase şi o glazură albastră. Vechile glazuri nu erau perfect vitroase (cu aspect sticlos), ci erau făcute dintr-o pastă colorată, încălzită pe mărgea.

În evul mediu alchimiştii atribuiau pietrelor preţioase proprietăţi magice. Au existat şi oameni de ştiinţă care credeau în puterea miraculoasă a pietrelor preţioase. Boyle credea că aceste pietre pot vindeca anumite boli. El era convins că pietrele preţioase sfărîmate ar avea efect benefic, prin adăugarea unor picături de lichid, imitînd în acest fel apele minerale din Spas. Ipoteza nu era prea departe de realitate. Boyle era un bun chimist şi a înţeles că pietrele preţioase se formează în natură din fluide, iar culoarea lor ar putea fi datorată unor impurităţi metalice.

Boyle a fost primul om de ştiinţă care a caracterizat ştiinţific pietrele preţioase. A măsurat densitatea şi duritatea lor. A arătat că safirul şi rubinul au aceleaşi proprietăţi, cu excepţia culorii. El a avansat teoria că habitusul (aspectul morfologic) natural al cristalelor este datorat aranjării regulate a „corpusculilor" ce îl alcătuiesc. În lucrarea sa din 1672, *Eseu asupra originilor şi virtuţilor gemelor*, Boyle descrie cîteva experienţe pentru producerea de pietre geme.

Istoria modernă a pietrelor preţioase începe în anul 1837, cînd Marc A. Gaudin produce cristale de rubin de 1 carat (0,2 g).

Sinteza smaraldului s-a făcut în 1888, de către Hautefeuille şi Perrey. Locurile experienţelor se aflau la renu-

mitele fabrici de porțelanuri, de la Sèvre, și de sticlă, de la St. Gobain.

Sinteza industrială a rubinului s-a făcut în 1891, de marele chimist Frémy. El a folosit 20—30 kg de Al_2O_3—Pb_2O_3, pe care le-a încălzit timp de 20 de zile într-un vas de porțelan. După cristalizare și reacție cu varul s-a obținut rubinul. În următoarea experiență el a obținut 24 000 de cristale, care cîntăreau 1 200 g. Ele se află acum la Muzeul de Istorie Naturală din Paris. În 1886 apare pe piață rubinul „Geneva", al lui Frémy.

Auguste Verneuil, elevul lui Frémy, a încercat prepararea safirului, folosind un adaos de oxid de fier și de titan la corindon (sau corund).

Culoarea acestor pietre se datorează unui mecanism complex. Culoarea este dată de fenomenul de absorbție a luminii. Cînd dispare o anumită bandă de culoare (prin absorbție), lumina reflectată în ochiul privitorului poartă culoarea complementară celei absorbite. Astfel, la rubin, cromul din corund absoarbe selectiv culoarea verde și de aceea el apare colorat în roșu. În cazul safirului, trebuie să fie absorbită culoarea galben-oranj (pentru a obține în reflexie albastru), iar acest lucru se produce cînd electronii efectuează salturi de la ionii de fier la cei de titan, absorbind energie luminoasă. De aceea, în cazul safirului, e necesară prezența simultană a oxidului de fier și a celui de titan în matricea de corindon.

Cea mai mare problemă a sintezei pietrelor prețioase a fost sinteza diamantului. Ca și grafitul, diamantul este alcătuit din carbon. Dar, spre deosebire de grafit, care are duritate mică (e folosit, între altele, la minele de creion), diamantul este cel mai dur dintre minerale. Această proprietate îi este conferită diamantului de structura lui tetraedrică.

În secolul al XVII-lea Boyle arătase că diamantul arde la flacără. În 1797 Smithson Tennant a ars diamant într-un vas de aur închis și a arătat că se produce exact atîta CO_2 cît s-ar degaja dacă diamantul ar fi alcătuit numai din carbon. Treptat el a ajuns la concluzia că diamantul este o formă de carbon, stabilă la presiuni mari. În adîncimile Pămîntului, sub 100 km, sînt atinse presiuni și temperaturi înalte. În 1908 Le Chatelier spunea: „Producerea diamantului este o problemă pentru chimiștii moderni, pandantul pietrei filozofale pentru alchimiști".

Primul experiment serios în vederea producerii diamantului a fost cel al învățatului rus V. H. Karazin, în 1823, în Rusia. Mai tîrziu, între 1823 și 1824 vreo 29 de experimentatori au pretins că au produs diamante.

În 1855 s-a născut J. B. Hannay, la Cave Castle, în Helensburg, Scoția. Nu i-a prea plăcut școala și a părăsit-o la 14 ani, pentru a-l ajuta pe tatăl său, proprietarul Teatrului Mare din Glasgow. Lui Hannay interesul pentru chimie i-a fost stîrnit de realizarea efectelor speciale, colorate, în care se folosea focul, la teatru, unde era pus să se ocupe cu această operație. A împrumutat cărți legate de acest subiect și și-a făcut chiar un laborator acasă. În 1873, la 18 ani, a publicat șase lucrări asupra analizei chimice. La 21 de ani e ales fellow (bursier cu un titlu academic, care efectuează muncă de cercetare, în acest caz) la Royal Society din Edinburgh și părăsește industria, pentru a intra la Colegiu. Ramsey a fost circa doi ani superiorul și prietenul său apropiat. A devenit apoi asistent la Colegiul Owens, din Manchester. Curînd (după cîteva luni) s-a îmbolnăvit și a părăsit colegiul. Și-a făcut apoi propriul laborator și s-a concentrat asupra problemelor industriale.

Sinteza diamantului a fost studiul său cel mai important, iar rezultatele au fost publicate într-o lucrare la Royal Society, în 1880. Ideea de bază a lui Hannay era următoarea: compuși ca parafina se descompun cînd sînt încălziți cu metale alcaline, iar hidrogenul se combină cu litiul, eliberînd carbonul. El s-ar dizolva apoi în vapori la presiune înaltă și ar cristaliza ca diamant.

La experiențe Hannay folosea tuburi încălzite la roșu. Dintre 80 de tuburi de metal folosite, 77 au explodat. Hannay comenta: „Cînd veghezi temperatura cuptorului ești într-o stare de surescitare continuă, iar în cazul unei explozii ea induce o stare nervoasă, care îți dă o mare slăbiciune. Cînd se produce explozia, ceva în tine se clatină atît de tare, încît te îmbolnăvești." Iar mai departe: „8 tuburi s-au stricat la ardere, iar una dintre explozii, produsă la două tuburi apropiate, a distrus o parte a cuptorului și l-a rănit pe unul dintre muncitorii mei".

După experiențe repetate, Hannay a obținut cîteva cristalite foarte mici, pe care le-a descris ca foarte dure și care conțineau 98% carbon; ele aveau densitatea 3,5. Hannay era convins că a obținut diamant, dar comunitatea științifică era sceptică în această privință. Lăsîndu-se, dezamăgit, de studii științifice, Hannay a început să scrie cărți (în special un fel de filozofie); s-a spus că în scrierile lui a dezvoltat tendințe excentrice. Consecința? Hannay a murit într-o casă de nebuni.

În 1943 Bannister și Lansdale au studiat diamantele lui Hannay, din colecția mineralogică de la British Museum. Cam unul dintre 12 cristale s-a dovedit că este diamant. Se pare că Hannay folosise presiuni de 2 000 de atmosfere (de 10 ori mai mici decît cele necesare pentru producerea diamantului). De aceea, s-a tras concluzia că diamantele lui Hannay erau diamante naturale, substituite pentru a fi luate ca produse ale experiențelor. Există mărturii că însuși Hannay era decepționat de rezultatele experiențelor sale.

După vreo 10 ani de la experiențele lui Hannay, Henry Moissan a folosit în Franța o tehnică bazată pe soluție de carbon în metal topit, care a fost răcită brusc. După ce era încălzit la 3 000°C, creuzetul era aruncat în apă rece, cu speranța că la solidificare, prin contracție, apare o presiune mare asupra carbonului. S-a obținut un număr de cristale mici, cu proprietățile optice ale diamantului. Însă de la Moissan nu a rămas nici un produs, ba chiar nici fotografii. Văduva sa credea că soțul ei a fost victima unei înșelătorii a unui asistent al lui, care a plasat fragmente de diamant în reziduuri, pentru a face plăcere bătrînului și pentru a evita lungile și dificilele experimentări.

În prima parte a secolului al XX-lea asistăm la o dezvoltare intensă a aparaturii și a tehnologiei necesare obținerii de presiuni înalte. P. W. Bridgman, de la Harvard University (S.U.A.), a primit Premiul Nobel pentru fizica presiunilor înalte (1946). În acel timp fuseseră în sfîrșit create condițiile pentru sinteza diamantelor.

Iată ce scria Bridgman despre producerea diamantelor: „Încercările de a rezolva această problemă lunecoasă au relevat în întregime spectrul uman, fiindcă au fost angajați în ea de la oameni de știință la șarlatani și oameni josnici". El arată că în 25 de ani 2—3 oameni au oferit anual secretele și au scos în evidență ce profit ar aduce producerea diamantelor, în schimbul construirii aparatului necesar pentru a pune ideea în practică.

Ca și alții, Bridgman și-a dat seama că transformarea grafitului în diamant era greu de obținut folosind numai presiuni foarte mari. Era necesară o temperatură de cel puțin 1 500°C, temperatura la care diamantul trece în grafit. Bridgman a conceput un proiect pentru sinteza la temperaturi înalte, în 1941, cu sprijin de la o firmă particulară. Grafitul era încălzit la 3 000°C, după care era transferat la o presă de 1 000 tone. După o muncă de patru ani, fabuloasele diamante tot n-au putut fi produse.

Abia echipa alcătuită din Francis Bundy, Tracy Hale, Herbert Strong și Robert Wentorf este cea care a reușit să sintetizeze cu adevărat diamantul. Sinteza a fost confirmată la 31 decembrie 1954, de către Hugh Woodbury, iar anunțul în presă a fost dat la 15 februarie 1955.

Se vede cum, după o muncă titanică de secole, de milenii chiar, cu încredere în obținerea pietrelor prețioase, oamenii de știință au reușit să rezolve problema. Sacrificiile au fost mari? Au fost mici?

Lavoisier — părintele chimiei moderne

Limbajul alchimiștilor, pitoresc, alegoric, mistico-spiritualist și metaforic, făcea uneori imposibilă înțelegerea textelor. Bineînțeles, din istoria chimiei nu putea fi suprimată acea parte, mai mult decît milenară pînă în secolele al XV-lea și al XVI-lea, cînd chimiști practicieni au început să pună bazele unei adevărate științe. Influența alchimiștilor doctrinari, și nu cea a practicienilor, s-a resimțit pînă la sfîrșitul secolului al XVIII-lea.

Primul principiu important în chimie a fost teoria flogisticului, elaborată de chimistul german Georg Ernst Stahl (1660—1734). Ea a constituit un eveniment important, deoarece introdusese o unitate mult căutată în teoria chimică. Stahl și-a expus ideile în cartea intitulată *Experimenta, observationes, animadvertiones chymicae et physicae,* apărută în 1697.

Flogisticul sau focul-principiu nu trebuie confundat cu focul vizibil, cel care se manifestă prin flacără și prin

căldură în procesul arderii. Flogisticul este un element imponderabil și insesizabil, pe care-l conțin toate corpurile combustibile ca sulful, cărbunele, uleiurile și, mai tîrziu, fosforul. În momentul arderii flogisticul își rupe legătura cu aceste corpuri. Pierderea flogisticului explică tocmai modificarea proprietăților corpurilor arse. Așa, de pildă, sulful, care-și pierde flogisticul prin ardere, dă acidul vitriolic (sulfuric zicem acum), uleiurile dau apa și unele reziduuri, care reprezintă deci uleiul mai mult sau mai puțin privat de flogisticul său; arderea uleiurilor și a plantelor duce la apariția cărbunelui, a funinginei sau a mangalului; flogisticul combustibilului s-a concentrat în cărbune. Cum în timpul arderii sale proprii cărbunele dispărea, a apărut ideea ispititoare de a-l considera format aproape exclusiv din flogistic. Stahl nu a ajuns să spună că funinginea este flogistic în stare pură, deoarece considera că flogisticul nu poate fi izolat. Alții au sugerat-o, după el, și poate că Stahl nu i-ar fi contrazis.

În afară de materialele combustibile, și metalele conțin flogistic. Stahl avea o teorie care se referă la transformarea metalelor în „varuri" (sau pămînturi, sau oxizi) și la reducerea oxizilor metalici. Metalele perfecte conțin foarte puțin flogistic sau nu-l conțin deloc. Calcinat în aer, metalul își pierde flogisticul. Prezența aerului era de multă vreme recunoscută ca necesară pentru transformarea metalelor în oxizi. Însă transformarea metalelor în var mai poate fi obținută și pe cale umedă. Metalul fiind dizolvat în acidul vitriolic sau în spirtul de nitru (acidul azotic) și sarea fiind calcinată, rămîne varul metalic. În cursul acestor transformări un corp care conține flogistic (metalul) s-a combinat cu un corp lipsit de flogistic (acidul). Calcinarea a provocat pierderea flogisticului din corpul mixt, care s-a transformat astfel în var. Reducerea varului (dacă vrem să facem operația inversă) este rezultatul cedării flogisticului de către carbon. Acesta reînvie metalul.

Stahl nu se mărginise să atribuie flogisticului numai rolurile de mai sus. După el, chimia se baza pe două axiome. Prima conferea flogisticului rolul de agent înzestrat cu proprietățile pe care le-am văzut. A doua afirma că substanțele se combină mai ușor cu cele cu care se

aseamănă. Cînd două corpuri prezintă în compoziția lor același principiu, ele se combină prin intermediul acestui principiu comun. Moleculele lor se prind una de alta prin „latura lor cea mai analoagă". Stahl explica astfel formarea sărurilor, solubilitatea lor în apă precum și formarea amalgamurilor metalice. Stahl a dezvoltat îndelung teoria sa, a sărurilor. El vedea oarecare asemănare între compoziția sărurilor și cea a bazelor. Un acid universal făcea parte din compoziția acizilor. Combinat cu flogistic, prin putrefacție, el forma acidul nitric. Acesta păstra de la flogisticul său proprietatea de a dizolva metalele, în virtutea analogiilor. O sare esențială unită cu flogistic dădea o bază. Baza își datora solubilitatea primului dintre constituenți, iar causticitatea, celuilalt. Flogisticul era deci nu numai agentul arderii, ci și cel al principalelor proprietăți chimice și chiar fizice, ca mirosul și culoarea.

Dispersați și lipsiți de siguranță pînă în primii ani ai secolului al XVIII-lea, chimiștii au primit teoria flogisticului cu entuziasm, fiindcă ea răspundea așteptărilor lor. Dar, în perioada ce începe cu 1650 și se încheie în jurul anului 1750, descoperirea substanțelor gazoase, deosebite de aerul atmosferic, a pus bazele construirii unui sistem chimic modern, la care a contribuit o seamă de chimiști, în frunte cu Lavoisier.

Antoine-Laurent Lavoisier s-a născut la 26 august 1743, la Paris. Era fiu de magistrat. După studii strălucite în drept, în 1775 este numit „régisseur" la fabrica de pulbere. Pasionat de știință, își instalează un laborator la Arsenal. La 25 de ani s-a însurat cu Marie-Anne Paulze, în vîrstă de 13 ani, fiica directorului Companiilor Indiilor și fermier general.

Soția povestea că Lavoisier petrecea o zi întreagă pe săptămînă în laboratorul său, dar în mod normal munca științifică îl preocupa doar dimineața devreme și seara. Studia trei ore dimineața și trei seara, restul timpului petrecîndu-l cu slujba și cu ședințele de la Academie. Organiza reuniuni în laboratorul său și experiențe pentru amici și pentru tineri.

Lavoisier s-a remarcat repede ca un bun administrator, dobîndind un rol din ce în ce mai important la di-

recția Fermei*. În 1775 a fost numit administrator al pulberăriilor și salpetrăriilor și numai datorită reformelor tehnice introduse de Lavoisier în această administrație armatele revoluționare au avut la dispoziție praf de pușcă de bună calitate. El aparținea acelei părți a marii burghezii care privea cu simpatie primele transformări ale revoluției. Lavoisier a luat parte la mișcarea politică, fără să ocupe însă niciodată o funcție importantă. Partizan al monarhiei constituționale, care-i asigura și privilegiile, el a abandonat cu totul treburile publice, de îndată ce începe să întrezărească conflictul dintre opinia publică și monarhie. Dar Lavoisier a participat, pînă la arestarea sa, la activitatea mai multor organisme oficiale, cu caracter tehnic și științific.

În 1779 este numit ajutor de fermier, iar în același an devine fermier general. În această ultimă calitate el avansează regelui impozitele, pe care apoi le strînge de la cetățeni.

A venit însă revoluția. Toți fermierii generali au fost acuzați pe nedrept că au furat 400 de milioane de livre din avutul statului. Mai tîrziu, în 1806, s-a dovedit că aceștia nu numai că nu furaseră banii poporului, ci că ei creditaseră statul cu 8 milioane de livre.

Ca fermier general, Lavoisier avea averi mari și își permitea să cumpere aparatură scumpă și să dea numeroase petreceri. Soarta a vrut ca Lavoisier să fie arestat și închis la Port Royal împreună cu socrul său, Paulze. Marat, care cîndva fusese jignit de marele chimist, ultimul contestîndu-i pretenția de savant, scrisese un denunț în „Ami du peuple". Tot pe atunci, Jean-Bou Saint-André scria că „Republica nu are nevoie de savanți!", citînd pe președintele tribunalului. Închis cu alți fermieri la 28 noiembrie 1793, Lavoisier a fost decapitat la 8 mai 1794. A doua zi după decapitare, Lagrange a spus: „Nu le-a trebuit decît un moment pentru a face să cadă acest cap și poate nu vor fi de-ajuns 100 de ani pentru apărea unul la fel".

Arestarea și executarea lui Lavoisier împreună cu ceilalți fermieri generali a fost interpretată în diferite moduri, după cum se vede și de mai sus. Era vorba, în fond, de un act revoluționar, asupra căruia calitatea sa de chimist nu putea să aibă vreo influență, nici într-un sens nici în celălalt, cu atît mai mult cu cît sînt cunoscute, de-a lungul secolelor, excesele revoluțiilor. Se pare totuși că el nu a fost pus în situația să ceară o amînare pentru continuarea lucrărilor și că fraza atît de des citată, „Republica nu are nevoie de savanți", atribuită președintelui tribunalului, nu a fost pronunțată.

* Ferma Generală — instituție în timpul monarhiei franceze care acorda fermierilor generali monopolul perceperii impozitelor.

Că a fost sau nu pronunțată este probabil complicat de stabilit acum. Este plauzibil să fi fost spusă, totodată părînd bine stabilit că n-a fost spusă. Așa cum se face mult haz despre o altă frază, care ar fi putut fi pronunțată de comandanți militari nu peste mulți ani, cînd Napoleon, în campania din Egipt, avea nevoie să fie protejați de dușman (armata lui fiind într-o situație critică) mai ales savanții și măgarii.

Activitatea științifică a lui Lavoisier s-a extins în domenii variate, dar toate în legătură cu chimia. După ce s-a ocupat de mineralogie, se pare că a nutrit foarte de timpuriu, poate în jurul lui 1770, dorința de a face ca chimia să iasă din impasul în care se găsea imobilizată. El a citit tot ce fusese scris, fiind interesat mai cu seamă de primele etape ale descoperirii gazelor. Pe unul dintre caietele sale de laborator el a însemnat un vast program de lucru, inspirat printr-o intuiție remarcabilă și de-o extraordinară clarviziune, întocmit probabil la 20 februarie 1773.

Pe vremea lui Lavoisier chimia nu avea nici o bază. Teoria lui Aristotel asupra celor patru elemente fundamentale (apa, aerul, focul și pămîntul) a rezistat 2 000 de ani, pînă cînd a fost combătută de Robert Boyle în *Sceptycal chymist* (1661). El a combătut și teoria celor trei principii, a lui Paracelsus, dar nu a înlocuit-o cu altă teorie.

Sigur, unul dintre cele mai simple lucruri ar fi să nu se mai admită nimic din ceea ce nu fusese dovedit experimental. Dar acest fapt implica și postulatul că experiența trebuie făcută în asemenea condiții, încît rezultatele ei să fie indiscutabile. Or, o calitate a lui Lavoisier a fost tocmai aceea de a concepe și efectua astfel de experiențe.

Atitudinea sa imparțială și metoda sa i-au permis să-și dea seama repede că nu era deloc nevoie să se facă apel la o existență ipotetică pentru a explica reacțiile chimice. Mai întîi Lavoisier s-a mulțumit să treacă sub tăcere principiul lui Stahl. Faptul a fost remarcat repede și i-a neliniștit pe chimiștii cu vechi state de serviciu. Lavoisier a presimțit că va veni o zi în care nu va mai fi de-ajuns să ignoreze flogisticul, ci va trebui să-l și combată.

Una dintre primele lucrări importante ale lui Lavoisier este un memoriu asupra calcinării staniului în vas închis, memoriu prezentat la Academia de Științe la 12 noiembrie 1774. Repetînd experiența efectuată de Boyle, dar mai atent decît savantul englez, Lavoisier a putut să arate că creșterea greutății se datorează fixării aerului conținut în retortă și nu particulelor de foc (de flogistic) cum credea Boyle. Lavoisier a separat astfel azotul, pe care l-a numit mofetă reziduală și căruia s-a străduit să-i determine proprietățile chimice.

Printr-o serie de lucrări, concepute cu o logică admirabilă și efectuate între 1775 și 1777, Lavoisier a studiat compoziția acizilor. El a arătat că transformarea metalelor în varuri și transformarea metaloizilor (al căror nume generic nu era încă cunoscut) în acizi se datorau numai corpului ars cu oxigenul și că sărurile luau naștere din unirea acestor produse ale arderii. În decursul aceleiași perioade Lavoisier a început să elaboreze o teorie a gazelor, pe care o va preciza în anii următori. Această teorie făcea să apară principiul căldurii, pe care el l-a numit caloric. Ca și lumina și electricitatea, caloricul a fost pentru Lavoisier un element fundamental al naturii. Cînd, împreună cu Guyton de Morveau, a creat nomenclatura modernă, Lavoisier a așezat caloricul în fruntea listei elementelor simple. După el, gazele erau constituite din corpuri asociate cu o mare cantitate de caloric. Aceste considerații au permis elaborarea unei doctrine coerente, iar atunci cînd caracterul „substanțial“ al căldurii a fost definitiv înlăturat, faptul nu a periclitat ansamblul sistemului chimic.

Dacă de studiul oxigenului și azotului se ocupaseră intens atît Scheele, în Suedia, cît și Priestley, în Anglia, dar, oarecum inconștient, și alții, numai Lavoisier avea o idee exactă asupra naturii lor. Pentru Priestley și pentru

ceilalți chimiști din acea epocă, aerul atmosferic rămînea un corp simplu. Deoarece oxigenul era obținut prin încălzirea oxizilor de mercur sau de plumb, el nu era decît aer atmosferic, care și-a cedat flogisticul acestor oxizi, de unde numele lui de aer deflogisticat. Azotul (aer flogisticat) era partea din aerul atmosferic care nu putea fi separat de flogistic. Se păstrau astfel concepțiile tradiționale, care apăsau cu toată greutatea în balanța interpretării altor fenomene chimice și a naturii tuturor corpurilor nou descoperite.

Lavoisier a fost cel care a dat oxigenului denumirea de aer vital, iar azotului denumirea de mofetă reziduală cum spuneam mai sus. În 1776, el a efectuat celebra experiență în cursul căreia, provocînd absorbția oxigenului dintr-un anumit volum de aer prin încălzirea prelungită a mercurului, a pus apoi în libertate acest oxigen, descompunînd oxidul format și reconstituind aerul atmosferic.

În orice caz, în acea perioadă, sumedenie de chimiști participau concomitent la descoperiri, completîndu-se unul pe altul; dar descoperirea cutărui sau cutărui element nu era suficientă. Trebuia determinate și proprietățile acestor corpuri, încît era o participare, dacă putem spune astfel, generală la descoperire. În ceea ce privește descoperirea oxigenului, se poate însă spune că Priestley și Lavoisier au participat în mod egal. Lavoisier n-a contestat niciodată meritele lui Priestley în această descoperire.

Începînd cu 1783 s-a încins o luptă vie în legătură cu natura și compoziția apei. Compoziția apei era încă misterioasă pentru unii, iar pentru mulți alții problema nici măcar nu se punea, pentru că apa, unul dintre cele patru elemente ale lui Aristotel, era o substanță simplă.

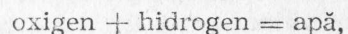
Lavoisier se izbea permanent de această problemă, fiindcă firul gîndirii sale se caracteriza prin vigilența cu care urmărea „semnătura“ pe care o lasă oxigenul în cele mai diverse reacții. Multă vreme Lavoisier a ignorat că apa este alcătuită din oxigen și hidrogen și trebuie să-l admirăm pe J. B. Dumas pentru a fi exprimat calea gîndirii marelui savant prin formularea: „El explică ceea ce înțelege, iar ceea ce scapă înțelegerii sale, el înregistrează, fiind încrezător în viitor.“

În fine, după o experiență a lui Cavendish, în care dovedise că apa este compusă din oxigen și hidrogen, Lavoisier era pregătit să se pronunțe. În 1783 a citit la Academie „memoriul său, care are ca obiect să dovedească faptul că apa nu este deloc o substanță simplă, ci este susceptibilă să se descompună". Apoi, la 21 aprilie 1784, citește, împreună cu Meusnier, „memoriul în care, prin descompunerea apei, se dovedește că acest fluid nu este deloc o substanță simplă și că sînt mai multe procedee de a obține în general aerul inflamabil (hidrogenul adică), care intră în apă ca principal component".

Sprijinindu-se la început pe o idee frumoasă a lui Laplace, care își imagina că metalele reacționează cu apa și dau în mediu acid săruri și aer inflamabil, după cîteva încercări, Lavoisier realizează celebra experiență, în care, făcînd să treacă vapori de apă printr-un tub de fier înroșit la foc, obține oxid de fier și hidrogen, în condiții cantitative care îi dau toată satisfacția gustului său analitic.

Sinteza confirmă rezultatele analizei: apa este într-adevăr formată din 8 părți de oxigen și o parte de hidrogen. O grămadă de fapte disparate, printre care cele legate de diverse arderi și de respirație se lămuresc îndată ce se consideră că se formează apă. Anomaliile observate, rămase fără explicație, se luminează: de fiecare dată cînd pare să se fi pierdut aer vital, el se unise de fapt cu aerul inflamabil și formase apă. Acest aer fusese tratat pînă atunci ca un simplu solvent, un vehicul, în timp ce de fapt el era una dintre părțile donoare și acceptoare în reacție.

Aceasta era și cheia interpretării compoziției materiei organice, care se dovedește alcătuită în mod esențial din carbon, hidrogen și oxigen, la care se va adăuga ceva mai tîrziu, de către Berthollet, și azotul. S-a deschis astfel poarta analizei cantitative a materiei organice, al cărei conținut în carbon și în hidrogen poate fi calculat după cantitatea de gaz carbonic și de apă pe care le vor furniza prin ardere. După secole de la descoperirea sa, metoda este valabilă și astăzi. Revoluția în chimie este realizată o dată cu implantarea concepției cruciale asupra reacției



$$\text{oxigen} + \text{hidrogen} = \text{apă},$$

citită fie de la stînga la dreapta, fie de la dreapta la stînga, în numeroase fenomene.

Una dintre contribuțiile esențiale ale lui Lavoisier în știință a fost stabilirea unei nomenclaturi noi, care să pună alte nume, mai potrivite, substanțelor cunoscute. Ideea a fost a lui Guyton de Morveau, care a și venit să lucreze în laboratorul lui Lavoisier, de la Arsenal. Nomenclatura a fost stabilită la începutul anului 1787, de Lavoisier și Guyton, cu care au colaborat Berthollet, Fourcroy, ca și matematicienii care frecventau laboratorul de la Arsenal (Laplace și alții). Prezentarea nomenclatorului la Academie, în lunile aprilie și mai, și publicarea lui în august 1787, sub titlul *Essai de nomenclature chimique* au pregătit triumful chimiei moderne. Acest nomenclator dădea chimiei un limbaj care, în esență, rămîne încă și al nostru și care avea să fie cel mai bun mijloc de răspîndire a chimiei. Memoriul, completat, a fost publicat, mai apoi, sub titlul *Méthode de nomenclature chimique,* de Guyton de Morveau, Lavoisier, Berthollet și Fourcroy, în 1788.

Cu toate că cele mai mari contribuții ale lui Lavoisier la istoria științei au fost descoperirea legii de conservare a substanței (urmată de contribuția ulterioară a acestei legi la descoperirea legii conservării energiei) și legea constanței combinațiilor chimice, în urma cercetărilor sale privind proprietățile oxigenului, Lavoisier s-a preocupat îndeaproape de respirație și transpirație la animale și la plante. După publicarea lucrării *Traité élémentaire de chimie* (1789), parcă eliberat de un domeniu întreg de cercetări, care-l preocupau de mai mulți ani, Lavoisier s-a consacrat chimiei fiziologice. Împreună cu un tînăr chimist, Séguin, el a stabilit un program de cercetări a cărui amploare era egală cu cea a programului din 1773.

În ceea ce privește afinitatea chimică, absorbit pe atunci (sfîrșitul secolului al XVIII-lea) de alte probleme, Lavoisier a fost de părere că numai afinitățile ar permite introducerea în chimie a preciziei matematice, care caracterizează întreaga știință; Lavoisier s-a limitat să întocmească o ordine a afinității diferitelor corpuri față de oxigen. El nu era interesat, deocamdată, de afinitate.

Pînă la Lavoisier chimia rămăsese în esență calitativă. Dacă Lavoisier și-a stabilit sistemul său, făcînd măsurători riguroase, acestea aveau ca scop unic să determine

numărul de elemente din care este format un compus sau să demonstreze că un anumit element era un corp simplu și nu unul compus. Toate măsurătorile lui Lavoisier tindeau să elimine din chimie principiile imponderabile, care obsedau toate ipotezele asupra constituției materiei și asupra raportului dintre componentele materiei. Necesitatea de a introduce numărul în notația chimică s-a impus exact în epoca în care opera lui Lavoisier atinsese apogeul.

Descoperirile lui Priestley

Unul dintre contemporanii lui Lavoisier (dar și unul dintre „colaboratorii" lui) pe tărîmul chimiei, dar în Anglia, a fost Joseph Priestley. Sir Humphry Davy, ilustrul chimist englez, scria: „Chimia îi datorează lui Priestley unele dintre instrumentele ei de cercetare cele mai importante și multe dintre combinațiile ei cele mai utile. Pînă la Priestley n-a mai existat nici o persoană care să fi descoperit atît de multe și de curioase substanțe".

Priestley s-a născut în 1733, într-un cătun de lîngă Leeds, în Anglia. Tatăl său era țesător și vopsitor de lînă. Mama sa a murit pe cînd micul Joseph avea 6 ani, așa încît el a fost dat spre educare mătușii sale. Aceasta l-a crescut în spiritul religiei calviniste. În acea vreme neconformiștii erau împiedicați de legea engleză să intre în universități și să fie angajați în funcții civile și militare.

Pînă la urmă, Priestley a intrat la Academia Nonconformistă din Daventry, în 1752, iar după trei ani, datorită sprijinului congregației din care făcea parte, a fost angajat în primul său post, un post ministerial. A predat și lecții, pentru a-și rotunji veniturile. Pe baza cîtorva articole mărunte, a obținut un doctorat în drept, la Universitatea din Edinburgh, în 1764.

Priestley s-a apropiat de știință oarecum accidental, beneficiind inițial și de încurajarea lui Benjamin Franklin. Cînd cei doi s-au întîlnit la Londra, Priestley a menționat că ar dori să scrie o istorie a descoperirilor în domeniul electricității, dar că ar avea nevoie de unele cărți în acest scop. Franklin și alți cîțiva prieteni i le-au procurat. Priestley a constatat că unele fapte nu erau prea clare, altele erau disputate între savanți cu opinii opuse;

atunci a încercat să clarifice unele dintre aceste lucruri, folosind mașina electrică pe care o cumpărase pentru lecțiile pe care le preda. Cu ajutorul acestei mașini el a făcut multe experiențe originale.

Cartea clasică a lui Priestley, *The History and Present State of Electricity, with Original Experiments*, a apărut în 1767, iar Franklin i-a devenit prieten pe viață. Din carte s-au tipărit numeroase ediții și traduceri.

Priestley are o dublă contribuție originală la știința fenomenelor electrice. Mai întîi, în această carte se găsesc notate primele măsurători — foarte aproximative — ale conductivităților relative ale diferitelor substanțe. Iată însă ce este mai important. După Franklin, Priestley a observat că: „bilele de plută nu erau deloc afectate de electricitatea unui pahar metalic în care erau ținute"; cu alte cuvinte, cîmpul electric este nul în interiorul unei cavități metalice. De aici el a tras următoarea concluzie: „Nu putem oare deduce din această experiență că atracția electricității este guvernată de aceleași legi ca cele ale gravitației și că urmează, în consecință, legea pătratului distanțelor, deoarece se demonstrează că dacă Pămîntul ar avea forma unei cochilii, un corp ce s-ar afla în interior nu ar fi atras mai mult într-o parte decît în alta?" Priestley nu făcea decît să pună o întrebare. El își dădea bine seama că demonstrația sa nu este completă. Teorema lui Newton nu este valabilă decît pentru cavități sferice. Cavendish a refăcut această experiență, într-o manieră foarte riguroasă, tocmai cu o cavitate sferică.

Exact după publicarea acelei istorii a electricității a început Priestley seria descoperirilor sale mai ales în chimie.

În 1767 ocupă un alt post ministerial în Leeds și se mută într-o casă care era ușă în ușă cu o fabrică de bere. Atunci a observat că gazul de deasupra căzilor de bere în fermentație conținea o cantitate de „aer fixat" (bioxidul de carbon) și a făcut o sumedenie de experiențe cu acest gaz. În prima sa lucrare asupra „eterurilor" descrie modul de impregnare a apei cu CO_2. El a descoperit gustul plăcut al soluției și a recomandat băutura prietenilor săi. Era actul de naștere al popularului sifon de astăzi. Pentru acest prim studiu al său de „chimie pneumatică"

primește, în 1773, medalia Copley, de aur, a Societății Regale.

„Cînd am început aceste experiențe, scria el mai tîrziu, știam foarte puțină chimie...; acest lucru nu era însă un dezavantaj pentru mine; fiind în situația de a dezvolta un proces și un aparat, eram ghidat doar de vederile mele, pe cînd, dacă aș fi fost obișnuit deja cu procesele chimice obișnuite, nu m-aș fi gîndit atît de ușor la altele și deci, fără noi moduri de operare, cu greu aș fi descoperit ceva nou".

Priestley, teologul englez, avea aptitudini de experimentator și de observator, care i-au permis să descopere cu repeziciune mai multe gaze noi, folosind mijloace relativ modeste. Prin importanța descoperirilor sale, el este unul dintre cei mai mari chimiști ai acelei epoci; dar el nu avea un adevărat spirit științific. Împins de o anumită intuiție, Priestley a experimentat cu îndemînare, dar oarecum la întîmplare, „pentru a vedea" cum vor fi rezultatele experienței. Priestley nu s-a ocupat decît de „aere" și nu acorda nici un interes urmărilor pe care propriile sale descoperiri ar fi putut să le aibă asupra teoriei chimiei. Convins de perfecțiunea teoriei lui Stahl, Priestley a rămas un partizan de neclintit al acesteia.

Pasiunea lui pentru „aere" nu a durat decît vreo zece ani. Deși el continua să-și păstreze laboratorul și deși urmărea cu interes transformările chimiei, opunîndu-se ideilor lui Lavoisier, după 1777 Priestley a întrerupt o bună bucată de vreme cercetările chimice. O altă trăsătură de caracter a lui Priestley era graba cu care voia să-și facă cunoscute observațiile. Din martie 1772 el le-a comunicat la Royal Society, apoi le-a publicat în șase volume, care au apărut între anii 1774 și 1777, sub titlul *Experiments and Observations on Different Kinds of Air*.

Priestley a ocupat apoi postul de bibliotecar și companion al lordului Shelburne, între anii 1772 și 1779.

La 1 august 1774 el a fabricat o lentilă imaginată de el pentru a focaliza lumina soarelui asupra oxidului de mercur, într-un „canal pneumatic", și a produs ceea ce se numea pe vremea aceea „aer deflogisticat" (astăzi, oxigen, cum mai spuneam). În octombrie a făcut o călătorie pe continent; acolo l-a întîlnit pe Lavoisier și i-a vorbit de experiențele sale cu noul gaz. Lavoisier a repetat experiențele, a înțeles adevăratul rol al oxigenului în ardere și a inițiat astfel era chimiei moderne (v. paragraful precedent).

Pe Priestley l-a fascinat în special oxigenul. El a arătat că oxigenul explodează cu violență cînd este amestecat cu hidrogenul și apoi aprins. Acest fapt l-a făcut să sugereze să se construiască bășici umplute cu gaz și cu praf de pușcă, pentru a fi folosite în minerit. Iată deci că și pe vremuri calea de la cercetare la introducerea ei în practică era plină de naivități.

Îl altă ordine de idei, Priestley a observat că inhalînd o cantitate de oxigen în „pieptul meu, mă simțeam ușurat cîtăva vreme". El credea că oxigenul ar fi foarte bun în anumite situații, dar, în același timp, reprezenta un pericol, deoarece, așa cum o lumînare arde mai repede în oxigen, tot așa omul ar trăi prea repede respirînd numai oxigen și și-ar scurta viața.

În 1784, la un an după invenția balonului, s-a scris o carte care descria o călătorie cu balonul spre noua planetă descoperită de curînd, Uranus. Autorul ne asigura că acel călător curajos din balon avea la el o rezervă din „aerul vital al domnului Priestley" într-o sticlă, pentru toată durata voiajului.

Priestley se opunea monarhiei, era împotriva bisericii de stat și sprijinea revoluțiile americană și franceză. Această atitudine i-a adus necazuri. De Ziua Bastiliei, la 14 iulie 1791, mulțimea din Birmingham i-a dat foc casei, i-a distrus biblioteca și aparatele. Familia sa s-a refugiat la Londra, iar cu trei ani mai tîrziu au emigrat la Northumberland, în Pennsylvania, pe Susquehanna River. Fiii lui Priestley se stabiliseră deja acolo și se ocupau cu specularea terenurilor. Acolo Priestley și-a construit o casă și și-a petrecut ultimii zece ani de viață. Și-a reluat experiențele îndrăgite și a descoperit oxidul de carbon. A murit în anul 1804.

Priestley este bine cunoscut în lume ca descoperitorul oxigenului (1774), dar nu trebuie să uităm că suedezul C. W. Scheele îl descoperise mai înainte, în mod independent. Editorul său a fost însă neglijent și cartea lui Scheele a apărut abia în 1777. Între timp apăruse comunicarea lui Priestley.

Priestley a fost un mare chimist și un mare umanist. A descoperit numeroase substanțe: amoniacul (NH_3), acidul clorhidric (HCl), dioxidul de azot (NO_2), oxidul de azot (NO), protoxidul de azot (N_2O), hidrogenul sulfurat (H_2S), dioxidul de sulf (SO_2), fluorura de siliciu (SiF_4) și oxidul de carbon (CO). A fost primul care a recunoscut marele ciclu oxigen-dioxid de carbon în natură; a observat că plantele folosesc dioxidul de carbon și produc oxigen, iar animalele realizează procesul invers.

Tot Priestley a fost cel care a înțeles primul că sîngele transportă oxigen și a sugerat că fabricarea oxigenului în corp este analoagă calcinării metalelor. Este ciudat faptul că nici Priestley și nici Scheele nu au înțeles toată viața adevăratul rol al oxigenului în procesul de ardere.

Priestley este considerat descoperitorul azotului (împreună cu Daniel Rutherford) și ca descoperitorul fotosintezei (împreună cu Ingenhausz).

Deși corespunde celui mai mic merit științific, invenția cu cea mai mare popularitate a fost, de bună seamă, ... sifonul. La berăria de care vorbeam la început, Priestley a descoperit efectul dioxidului de carbon asupra apei. Dar nu la multă vreme vizitele sale la berărie au încetat. Berarii se înfuriaseră, fiindcă, într-o zi, pe cînd determina solubilitatea dioxidului de carbon în apă, Priestley lăsase să scape puțin solvent în cada de fermentație a berei, compromițînd toată șarja. În felul acesta, Priestley a fost forțat să lucreze acasă. Din această cauză, a fost nevoit să folosească anumite tehnici pentru prepararea și colectarea gazelor, utilizînd ce avea la îndemînă. Recipientele de bere și vasele de bucătărie erau excelente. A utilizat și o albie din faianță, folosită de gospodină pentru spălatul rufelor; din ea a făcut o „cameră pneumatică“, pentru colectarea gazelor. „Dar, scria mai tîrziu Priestley, răutăcios, singura persoană care dădea atenție mare experiențelor mele era Mr. Hey, chirurgul“.

În 1770 se punea toată speranța în obținerea apei de băut pentru nave, folosind proiectul chirurgului naval Irving, pentru distilarea apei de mare. Tot pe atunci se căutau mijloace de prevenire a scorbutului. Se credea că scorbutul se datora unui aport inadecvat de aer fixat în corpul omului. Ideea lui Priestley că sifonul preparat la bord ar putea suplini aportul de dioxid de carbon era privită cu încredere. De altfel se și arătase că sifonul prevenea putrefacția și avea proprietăți antiseptice. Două vase de război fuseseră echipate cu aparatele lui Priestley. Abia în 1790 medicul scoțian James Lind a arătat că în cazul scorbutului esențială era dieta. El a introdus suc de lămîie în rația zilnică a marinarilor și i-a vindecat astfel de scorbut. Dar sifonul lui Priestley se răspîndise deja, iar faima lui Priestley, la fel.

Este desigur unul dintre episoadele ceva mai rare ale istoriei științei. Extrem de rar artizanii au răzbit în fruntea științei (sau a artei). Dar este incontestabil că dorința de progres, îmbinată și cu însușiri morale potrivite, poate înlocui școala și atmosfera de emulație științifică într-un nucleu închegat, împingînd pe unul sau pe altul pe culmile descoperirilor științifice (sau ale creației artistice).

Legea periodicității elementelor

Încă din antichitate filozofii au încercat să explice lumea, punînd la baza alcătuirii ei un număr mic de elemente fundamentale. În concepția lui Tales din Milet elementul primar al lumii era apa. Pentru Heraclit din Efes era focul. Empedocle din Agrigent (Sicilia) a cultivat doctrina celor patru elemente primordiale ale lumii: apa, focul, aerul și pămîntul. Aristotel a sprijinit această concepție introducînd în plus ideea că elementele unui lucru pot fi schimbate în elementele altuia. Platon punea la baza constituirii lumii patru tipuri de poliedre: cubul, tetraedrul, octaedrul și icosaedrul (pămîntul era compus din cuburi, focul de tetraedre, aerul din octaedre, iar apa din icosaedre), la care se adăuga un al cincilea pentru eterul universal: dodecaedrul pentagonal.

La începutul epocii moderne (secolul al XVIII-lea) asistăm la progresele remarcabile ale metalurgiei și analizei chimice. Priestley și Cavendish izolaseră mai multe feluri de aer, iar apa fusese descompusă de Lavoisier în 1783. Tot Lavoisier are meritul de a fi găsit compoziția aerului (v. precedentele două paragrafe). Astfel, treptat apare tot mai necesară sistematizarea cunoștințelor de chimie.

În 1789 Lavoisier scrisese un *Tratat elementar de chimie*, în care introdusese un tabel cu 33 de substanțe simple. Lavoisier definise elementul ca „orice substanță care

nu se mai poate descompune". În primul grup al tabelului Lavoisier a introdus caloricul și lumina, în al doilea, corpurile simple care formează acizii, în al treilea, corpurile ce formează bazele, iar în al patrulea grup, corpurile ce formează sărurile.

Problema elementelor fundamentale se complică o dată cu apariția pilei lui Volta. Corpurile simple se înmulțiseră de la 33, în tabelul lui Lavoisier (elemente care nu erau toate simple), la 50 de elemente în 1833 și la peste 70 de elemente în 1860, cînd începuseră studiile de analiză spectrală.

De mare importanță în clasificarea elementelor au fost noțiunea de greutate atomică (azi, masă atomică), introdusă de Dalton, în 1808, și legea lui Avogadro, din 1811. La sfîrșitul lucrării lui Dalton despre solubilitatea gazelor, citită la 21 octombrie 1803 și publicată în 1805, apare următorul pasaj: „O pătrundere în greutățile relative ale ultimelor particule ale corpurilor este un subiect, după cîte știu, cu totul nou; eu l-am atacat de curînd, cu un remarcabil succes. Principiul nu poate intra în această lucrare, dar voi expune mai jos rezultatele mele, așa cum au fost confirmate de experiențe". În lucrare urmează un *Tabel cu greutățile relative ale ultimelor particule ale corpurilor gazoase și ale altor corpuri,* primul tabel din lume, care conținea și greutățile atomice.

Teoria componenței chimice, folosite de Dalton, a fost publicată de Thomas Thomson într-un manual din 1807, ce se referea la conversațiile sale cu Dalton, din 1804. Efectul lucrării asupra unor savanți a fost profund. Dalton elaborase teoria constituției chimice pornind de la studiul vaporilor de apă. Fiind satisfăcut că a putut calcula greutățile atomice ale componentelor apei, a încercat să determine greutățile atomice ale altor substanțe, pe primul plan fiind aerul și componentele sale.

Generalizarea rapidă a observațiilor și calculelor sale a fost expusă în conferințele de la Royal Institute, în 1803 și 1804 și în cartea *Nou sistem de filozofie chimică. Partea I,* publicată în 1808. Dalton expunea teoria căldurii și cele trei stări ale materiei, folosind termenul de particule, teoria atomică fiind expusă ca o teorie a combinațiilor. Dalton presupunea că cel mai simplu compus între elementul A și elementul B trebuie să fie de forma AB.

Deci masele relative ale atomilor A și B sînt proporționale între ele, așa cum este compoziția în greutate a compusului AB. Dalton avea în vedere și cazuri mai importante, ca de exemplu compusul AB_2.

În 1810 apare partea a doua a lucrării, care era de fapt o încercare de elaborare a unui manual general de chimie. Deoarece postulase o entitate atomică, drept unitate a unui element, Dalton nu a acceptat niciodată punerea în discuție a indivizibilității acesteia. De aceea, Dalton a respins ipoteza lui Avogadro, care susținea că cea mai mică entitate dintr-un element gazos era aptă de diviziune (Dalton respingea existența moleculei).

În 1811 A. Avogadro (1776—1856) a publicat în „Journal de Physique" o lucrare, afirmînd explicit că, în aceleași condiții de temperatură și de presiune, toate gazele conțin numere egale de molecule. De aici rezultă că masele moleculare ale substanțelor volatile pot fi determinate din simple măsurători de densitate; din aceste mase moleculare se pot calcula masele atomilor constituenți. Făcînd ipoteza de mai sus, Avogadro a dovedit influența asupra gîndirii sale a lui J. J. Gay-Lussac (1778—1850), care în 1808 publicase legea combinării volumelor de gaz.

În mod surprinzător, ipoteza lui Avogadro nu a atras atenția; această ipoteză ar fi deschis oamenilor de știință calea de ieșire din confuzia în care căzuseră determinările de masă atomică. Avogadro s-a referit la această ipoteză în mai multe publicații, în următorii zece ani, și, pe baza ei, a reușit să dea formule chimice corecte pentru mai mulți compuși. Din ce cauză, inițial, ipoteza a fost trecută cu vederea? Un motiv era acela că la începutul secolului al XIX-lea distincția dintre atomi și molecule nu era clară pentru mulți chimiști. Lor li se părea că ipoteza lui Avogadro impunea recunoașterea divizibilității atomilor. Era o adevărată erezie pentru generația obișnuită cu atomul lui Dalton. O altă cauză era faptul că Avogadro lucra ca și cum ar fi lucrat numai pentru el însuși. Abia în ultimii ani începuse să corespondeze cu oamenii de știință din străinătate. Publica mai mult în Italia, iar cînd lucrările sale apăreau în traducere franceză, ele erau publicate în reviste mai puțin cunoscute.

Stanislao Canizzaro (1826—1910) a fost cel care a impus lumii științifice ipoteza lui Avogadro. Canizzaro a folosit mai întîi ideile lui Avogadro în cursurile pentru studenți. În 1858 a publicat faimoasa lucrare *Sunto*, care includea ideile lui Avogadro.

În septembrie 1860 are loc la Karlsruhe primul Congres Internațional de Chimie. Au participat mulți tineri, bătrînii savanți nepreafiind amatori de asemenea întruniri. În ziua a treia și ultima a congresului, Canizzaro a expus punctele sale de vedere din *Sunto* și a apărat ipoteza lui Avogadro. Nu a prea avut succes. Prietenii lui Canizzaro au distribuit copii după lucrare delegaților care plecau; printre aceștia se afla și Lothar Meyer (1830—1895). În drum spre Breslau, Meyer a citit lucrarea. Imediat a sesizat importanța ideilor expuse. În 1864 Meyer a publicat *Die modernen Theorien der Chemie*, în care îmbrățișa ideile lui Canizzaro. Recunoașterea acestor idei a făcut ulterior posibilă o generalizare superioară: tabelul periodic al elementelor și legea periodicității elementelor. Prin cartea sa, L. Meyer l-a anticipat pe Mendeleev.

Să ne întoarcem cu un pas în urmă, la încercările care se făceau pentru clasificarea elementelor. Unul dintre punctele de vedere asupra pluralismului elementelor, care cîștigase teren, era cel care susținea existența unui element originar unic, din care derivă toate celelalte. Era așa-numita ipoteză a chimistului și medicului englez William Prout. Acest element ar fi fost hidrogenul. Într-adevăr, supoziția a produs senzație, iar succesul ipotezei a fost enorm, pentru că cele mai multe elemente erau multipli întregi ai masei hidrogenului. În consecință, în lumea oamenilor de știință începea să se impună masa atomică drept criteriu de clasificare a elementelor. De aici înainte, tot efortul se îndrepta spre stabilirea filiației elementelor.

În 1817 apăruseră așa-numitele triade ale chimistului german Döbereiner. Döbereiner observase că în mai multe cazuri elementele pot fi grupate în triade, pe baza relațiilor dintre greutățile „echivalente". Astfel, greutatea echivalentă (moleculară) a oxidului de stronțiu (SrO) este media aritmetică între greutatea oxidului de bariu (BaO) și greutatea celui de calciu (CaO). Dar Döbereiner nu a

aplicat relația la azot, la carbon și la oxigen, fiindcă credea că este vorba de o simplă întîmplare în cazul acelor elemente, ele nefiind elemente cu proprietăți analoage.

Convins că ipoteza lui Prout reflectă o lege naturală, în 1827, la Heidelberg, L. Gmelin pornește la alcătuirea de serii de elemente, neglijînd însă proprietățile chimice ale elementelor.

O dată cu creșterea preciziei în determinarea maselor atomice, clasificarea elementelor intră într-o mare cumpănă. Măsurătorile indică valorile maselor atomice cu cifre zecimale! Elevul lui Liebig, Pettenkoffer, a arătat, în 1850, că există o diferență constantă între masele atomice ale unor elemente (de pildă între masele litiului, sodiului și potasiului) și a sugerat să se folosească această proprietate pentru calculul maselor atomice ale elementelor, în cazul în care ele sînt greu de determinat direct.

Ideea existenței unei relații periodice între proprietățile elementelor și masele lor atomice provine totuși de la un mineralog, Beguyer de Chancourtois, ea fiind expusă la Academia Franceză, în anul 1862. Chancourtois a imaginat un sistem de clasificare în elice, axa verticală fiind alcătuită din numere întregi, ce corespund maselor atomice ale substanțelor. El numește sistemul „șurub tehnic" (telurul era elementul central). Din păcate, Chancourtois amesteca elementele simple cu compușii, iar reprezentarea lui este greu de citit și de notat pe hîrtie.

În 1864 W. Odling și, independent de el, Nowlands alcătuiesc un sistem mai bun și mai puțin sumar (57 de elemente, dintre 60 de elemente cunoscute). Odling este primul om care are curajul să inverseze ordinea telurului (masa atomică — 129) cu iodul (masa atomică — 127), pentru a respecta asemănarea chimică dintre iod și ceilalți halogeni. El a lăsat locuri libere pentru elementele cu masa situată între 40 și 50 și pentru cele cu masa între 65 și 75. În mod ciudat, ulterior, în 1868 Odling dă la iveală un nou sistem, cu mai puține elemente și mai nesatisfăcător.

Să ne întoarcem acum la Lothar Meyer. În 1860, la congresul de la Karlsruhe, atît L. Meyer, cît și Mendeleev au participat și i-au aplaudat pe vorbitori. Din motive similare, ambii erau în căutarea unei clasificări a elementelor chimice. Erau profesori și doreau să facă manu-

ale de chimie generală în care să prezinte chimia în mod raţional, ordonat, sistematic.

Prin cartea sa, publicată în 1864, Meyer luase un avans asupra lui Mendeleev. Meyer verificase periodicitatea elementelor pe un caz remarcabil (volumul atomic), dar ediţia a doua a cărţii, în care apare tabelul periodic, a suferit o întîrziere şi este editată abia în 1870 (deşi tabelul fusese conceput în 1868). Trebuie remarcat totuşi că L. Meyer nu putuse prevedea proprietăţile elementelor ce nu fuseseră încă descoperite şi nici nu îndrăznise să facă corecţii ale maselor atomice, acolo unde se impunea. Meyer se îndoia de existenţa atomilor şi mai spera să găsească materia primă, originară, din care erau alcătuite elementele.

Dmitri Ivanovici Mendeleev (1834—1907) a fost cel care a desăvîrşit opera unei pleiade de savanţi, dînd chimiei un principiu unificator, prin care chimia a devenit o adevărată ştiinţă, cu baze teoretice. Despre Mendeleev Ernst Rutherford spunea că „avea o minte filozofică ce îl ridica deasupra chimiştilor contemporani, care erau prea adînc implicaţi în cercetarea empirică, pentru a mai putea privi şi spre lumea abstracţiilor superioare".

Mendeleev s-a născut la Tobolsk (dincolo de Urali). Tatăl său era un entuziast şi competent profesor de arte frumoase, iar mama provenea dintr-o distinsă familie de comercianţi. Dedicînd o carte mamei sale, Mendeleev îi mulţumea pentru că l-a învăţat să respecte ştiinţa, ca armă împotriva ignoranţei şi ca ghid pentru o viaţă plină de justiţie şi de demnitate. În 1855 Mendeleev a terminat Institutul Pedagogic Principal din Petersburg (Leningrad). A făcut apoi o călătorie prin Europa. A petrecut mai multă vreme în Heidelbergul lui Bunsen şi lui Kirchhoff. Şi-a început apoi cariera de profesor la Universitatea din Petersburg, unde, în 1869, a descoperit legea periodicităţii elementelor.

Descoperirea lui Mendeleev este fructul unei lungi maturizări, de vreo nouă ani. Treptat el refuza ideea unei materii prime originare, susţinută de colegii săi. Îşi formase convingerea că elementele există într-o pluralitate ireductibilă şi a proclamat individualitatea lor şi imposibilitatea de a le transmuta. Mendeleev înţelesese unitatea lumii materiale prin prisma unei legi generale şi nu prin existenţa unui element primar, comun.

Mendeleev a mărturisit că a avut pentru prima dată intuiţia periodicităţii elementelor după congresul de la Karlsruhe, din 1860. La congres s-a discutat şi s-a impus distincţia dintre atomi şi molecule. De aceea, Mendeleev a putut depăşi marele obstacol pus în calea descoperirii: confuzia dintre element şi cea de corp simplu, întreţinută de celebra definiţie a lui Lavoisier.

Era în ziua de 17 februarie 1869, stil vechi. În acea zi, printr-o străfulgerare a minţii, Dmitri Ivanovici Mendeleev a creat, pînă seara, tabelul periodic. Contrar legendei răspîndite de lume, el nu a avut viziunea tabelului în vis, deşi pare evident că mintea lui continua să lucreze asupra problemei chiar şi cînd şi-a făcut siesta de după-masă.

Progresul acela, produs într-un moment, este bine cunoscut. Mendeleev şi-a notat primele idei la micul dejun, pe o notă pe care o primise, referitoare la o vizită la o fabrică de brînză, planificată pentru ziua aceea. Mendeleev a anulat vizita şi a început să se concentreze asupra ideii de a aduce o oarecare ordine celor 63 de elemente cunoscute pe atunci. A schiţat mai multe tabele rudimentare, din bucăţi de hîrtie. Apoi a făcut un set de 63 de fişe, una pentru fiecare element, pe care notase diferite proprietăţi chimice şi fizice, pe care le considera mai importante. În acea zi Mendeleev s-a jucat cîteva ore cu acele fişe, pînă cînd a obţinut o aranjare a lor care l-a satisfăcut; apoi a copiat acest aranjament (numai cu elementele), ca o primă versiune a tabelului.. Era momentul în care s-a simţit obosit şi a aţipit. S-a trezit cu ideea, bine fixată, să-şi transforme tabelul, astfel încît elementele să fie în grupe verticale, nu orizontale, aşa cum le-a aşezat la început. Această aşezare a devenit una obişnuită, de atunci încoace.

Aşadar, Mendeleev a întocmit fişe pentru fiecare element, consemnînd pe un cartonaş masa atomică, însuşirile şi principalii compuşi ai elementului respectiv. Punînd fişele elementelor în ordinea creşterii maselor atomice (cu trei inconsecvenţe, numite ulterior inversiuni) şi după asemănarea chimică, Mendeleev a reuşit să obţină un sis-

tem unitar, în care se încadrau organic grupele de elemente semnalate anterior de alți savanți. Analizînd ordinea obținută, el a observat repetarea proprietăților elementelor după anumite intervale și astfel a descoperit legea, care a fost formulată după cum urmează: „Proprietățile fizice și chimice ale elementelor, care se manifestă în proprietățile substanțelor simple și compuse pe care le alcătuiesc, sînt într-o dependență periodică de greutățile lor atomice".

Conștient de importanța descoperirii sale, Mendeleev nu a așteptat apariția cursului *Bazele chimiei*, ci a tipărit sistemul sub forma unui tablou și a trimis copii ale acestuia, tot atunci (în 1869), fizicienilor și chimiștilor cunoscuți. Mendeleev ezitase între o reprezentare tabulară și una spiralată. El a renunțat la spirală, fiindcă aceasta sugerează o continuitate în cadrul periodicității, pe cînd, originalitatea acestei funcții periodice este de fapt discontinuitatea proprietăților (greutăților atomice). Concomitent, Mendeleev trimite și o comunicare, intitulată *Încercare de a stabili un sistem al elementelor, bazat pe greutatea atomică și asemănarea lor chimică*, la ședința Societății Ruse de Chimie, din Petersburg, ședință ținută la 18 martie 1869.

Succesul lui Mendeleev se datorește faptului că, în timp ce predecesorii săi (inclusiv Meyer) căutau o genealogie a elementelor avînd în vedere mai ales asemănările lor, pentru a forma familii, Mendeleev s-a ocupat mai întîi de diferențele dintre elemente și a confruntat elementele cu proprietățile chimice cele mai contrastante. El a atacat problema la nivel global, căutînd o lege unică și generală. Acesta este, după propria mărturisire, secretul reușitei sale: „Spre 1860 terenul era deja pregătit pentru această lege și, dacă ea n-a fost enunțată decît mai tîrziu, cauza rezidă, după părerea mea, în aceea că se comparau între ele elemente asemănătoare, lăsînd la o parte elementele neasemănătoare".

Pentru a apăra generalitatea legii sale, Mendeleev a făcut corecții îndrăznețe. Astfel, el a inversat, ca și Odling, locul telurului cu cel al iodului, fiind convins că anomalia va fi eliminată prin remăsurarea mai precisă a masei atomice a telurului, pentru care el prevedea o valoare între 123 și 126. Pînă la sfîrșitul vieții el nu a putut să suprime această inversiune și nici nu a putut-o explica. Mendeleev nu a putut clasifica indiul ($\mu = 75$) și i-a atribuit masa $\mu = 114$, ceea ce ulterior s-a dovedit exact (prin măsurare). De asemenea, pentru uraniu a pus $\mu = 240$, în loc de 120, valoare confirmată, din nou, în mod strălucit, prin măsurători de precizie.

Mendeleev a prevăzut existența a noi elemente: eka-aluminiul, eka-siliciul, eka-borul, eka-cesiul, dîndu-le, pe deasupra, proprietățile și masele atomice.

După anunțarea descoperirii lui Mendeleev, în lumea științifică a apărut un val de neîncredere, ironii și proteste. Dar, în 1875, Lecoq de Boisbaudran a descoperit gadoliniul și i-a anunțat proprietățile. Mendeleev și-a dat seama că este vorba despre eka-aluminiu. Într-o scrisoare adresată savantului francez, Mendeleev îl ruga să repete determinarea densității elementului, fiindcă densitatea gadoliniului ar trebui să fie 5,9—6 g/cm^3 și nu 4,7 g/cm^3. Într-adevăr, răspunsul a fost șocant: gadoliniul avea de fapt densitatea 5,96 g/cm^3.

Mendeleev a folosit practic legea periodicității la organizarea capitolelor cărții sale de chimie, *Principii de chimie* (apărută în 1869), primul manual rusesc de chimie anorganică. Cartea a apărut în opt ediții, în timpul vieții sale, și a fost tradusă în engleză, franceză și germană.

Impactul legii periodicității elementelor în dezvoltarea chimiei a fost enorm. Să semnalăm doar faptul că ea a determinat efectuarea de studii pentru descoperirea a trei noi elemente chimice: galiul (1875), scandiul (1879) și germaniul (1886).

În acea perioadă Mendeleev și-a perfecționat tabelul periodic (între 1869 și 1871). Cu gazele inerte a fost mai greu. A rezolvat însă magistral problema clasificărilor, prin adăugarea unei noi coloane în tabelul periodic, dînd astfel un nou suport ideii de simetrie, ca esență a ordinii materiale.

Pe vremea lui Mendeleev se cunoșteau cinci pămînturi rare, iar Mendeleev nu știa cam pe unde să le așeze. Aceste elemente sînt foarte apropiate între ele. De aceea, succesiunea naturală a elementelor ar fi trebuit să fie întreruptă și să apară deci o fisură în sistemul periodic. Era

un lucru dificil, mai ales că nu se cunoștea nici structura electronică a elementelor. Iată deci că dacă s-ar fi cunoscut toate elementele pămînturi rare, s-ar fi întîrziat serios apariția clasificării periodice, datorită contradicțiilor legate de așezarea acestora.

Comunitatea științifică și studenții din Rusia îl admirau pe Mendeleev. Un exemplu grăitor este următorul. În 1877 Mendeleev călătorea incognito la Moscova, pentru a petrece cîteva zile de odihnă, departe de numeroșii prieteni, de vizitele zilnice ale străinilor, de cercetarea asiduă, de comitetele guvernamentale de avizare etc., etc. Înainte de a se instala în camera de la hotel, colegii săi din Moscova l-au descoperit și l-au convins repede să prezideze celebrarea a 200 de ani de la apariția *Principiilor*... lui Newton. Imediat după aceasta, Mendeleev s-a întîlnit cu o delegație de studenți, care veneau într-o procesiune fără sfîrșit. Copleșit, și-a croit drum pînă la ieșirea de serviciu și apoi către un tren, care l-a dus înapoi la Petersburg.

Au trecut anii. În 1902 Mendeleev s-a aventurat să clasifice elemente ca eterul și coronium-ul, ultimul crezîndu-se că a fost descoperit în spectrul coroanei solare. După întoarcerea de la Paris, unde vizitase laboratorul lui Becquerel și Curie, a scris, în 1904, un eseu, în care căuta să prezinte marea descoperire a radioactivității elementelor ca pe „o întoarcere la rătăcirile alchimiei“, iar descoperirea electronului era calificată ca o „ultimă găselniță a obscurantismului“. Mendeleev a încercat să explice fenomenele radioactive printr-o mișcare a eterului, un element chimic situat de el deasupra gazelor inerte, din sistemul periodic. Mendeleev chiar a încercat să definească proprietățile eterului, dar, așa cum el însuși mărturisea, „tentativa este disperată“

Cu toate limitările conceptuale ale lui Mendeleev, pe cînd nu mai era prea tînăr (el se opunea cu îndîrjire explicațiilor științifice referitoare la dezintegrarea elementelor chimice), meritele sale rămîn incontestabile.

Ca o încununare (post-mortem, e drept) a imenselor servicii aduse științei, în 1955, cînd a fost produs și identificat, la Radiation Laboratory, University of California, elementul 101, acesta a fost denumit mendeleeviu (Md).

Kekulé și începuturile chimiei structurale

Multe cercetări și discuții a comportat cunoașterea elementelor ultime. În paralel și în strînsă legătură cu ele se duceau altele, referitoare la aranjamentul primelor elemente — în fond, nu prea numeroase (pe atunci erau cunoscute cîteva zeci, astăzi, 105 elemente) — care se reuneau pentru a constitui substanțe a căror varietate părea inepuizabilă.

În această privință, chimiștii se împărțiseră cel puțin în două mari tabere. Pentru unii formulele chimice erau niște simboluri și nimic mai mult, iar cele mai bune simboluri erau acelea care reprezentau cel mai mare număr de fapte posibile, în modul cel mai coerent. Acest grup nu avea încredere în teorii. Alții însă, ghiceau că atomii și moleculele sînt obiecte materiale și de aceea căutau — cîteodată cu o naivitate mișcătoare — să încerce a-i descrie. Pentru ei formulele chimice nu mai erau doar niște semne convenționale; aceștia voiau să facă din ele adevărate scheme, aproape niște planuri, în sensul pe care un inginer îl dă desenului unei lucrări pe care o descrie sau pe care proiectează să o construiască.

Formulele tipice implicau ca elementele, ca și radicalii, să aibă o capacitate determinată de substituție sau de compoziție. Din acest punct de vedere se admitea că oxigenul și sulful au o capacitate de două ori mai mare decît hidrogenul, azotul o capacitate de două ori mai mare, iar siliciul și carbonul o capacitate de patru ori mai mare. Atunci (după mijlocul secolului trecut) s-a introdus și noțiunea de valență, care o înlocuia pe cea de atomicitate, ce dădea loc la confuzii. Astfel, elementele de mai sus deveneau bi-, tri- și tetravalente, în loc de bi-, tri- și tetraatomice.

Ideile acestea noi urma să aibă repercusiuni imediate în domeniul chimiei organice. Enunțînd, pe de o parte, tetravalența carbonului și notînd, pe de alta, proprietatea acestui element de a intra în combinație cu el însuși (sau, cu alte cuvinte, de a construi lanțuri carbonice), Kekulé și Couper deschideau chimiei perspective pe care teoria tipurilor nu lăsase decît să fie întrevăzute.

În viața de toate zilele sînt dese exemplele, dar în știință cu greu s-ar putea afla o diferență mai mare decît între destinele acestor doi oameni, care aduceau, la un interval de cîteva luni și independent unul de altul, soluția unei probleme de care se poticnise o generație întreagă de chimiști. Couper se născuse în 1831, în apropiere de Glasgow. După ce făcuse studii la întîmplare alese, o înclinație bruscă pentru chimie l-a condus în laboratorul lui Wurtz, din Paris, unde și-a petrecut scurta viață conștientă. În 1858 i s-a întunecat mintea și de-atunci încolo lumea științifică n-a mai auzit vorbindu-se nimic despre „nefericitul Couper", care a murit în 1892. În ceea ce-l privește pe Kekulé, născut la Darmstadt, în 1829, acestuia îi plăcea să spună că, deși fusese pe rînd elevul lui Liebig, Dumas, Gerhardt și Williamson (reprezentanți de seamă ai chimiei veacului trecut, ca și Wurtz), nu aparținea nici unei școli. Numit profesor la Gand, în 1858, și-a petrecut în Belgia perioada cea mai strălucită și mai fecundă a carierei lui. În 1867 a revenit în Germania, la Bonn, unde moartea l-a surprins în anul 1896.

Lucrarea lui Kekulé, în care este enunțată clar tetravalența carbonului și, într-un mod mult mai confuz, proprietatea pe care-o are acest element de a se uni cu el însuși, a apărut în 1858, cu două luni înainte de o *Notă* a lui Couper, care făcea cunoscute idei asemănătoare. Dezamăgirea lui Couper a fost atît de mare, încît unii au văzut în ea originea bolii mintale, care i-a întrerupt definitiv activitatea științifică, Kekulé rămînînd să desăvîrșească singur, ceea ce schițase. În viața obișnuită întîmplările de acest gen sînt mult mai numeroase, fericirea unuia sprijinindu-se adesea pe nenorocirea altuia.

În forma ei inițială, teoria structurii s-a aplicat mai întîi chimiei compușilor seriei grase, adică compușilor legați mai mult sau mai puțin direct de acizii grași. Substanțele din seria aromatică, al căror prototip este benzenul, puneau probleme speciale, care nu au fost abordate decît cîțiva ani mai tîrziu, în 1866, cînd a apărut pentru prima dată celebrul hexagon al lui Kekulé.

Visul înaripează mintea. Și știința se pare că are partea ei, nu tocmai neglijabilă, de vis. Samuel Taylor Coleridge spunea: „Ce-ar fi dacă în somn ai visa, și ce-ar fi dacă în vis te-ai duce undeva, și acolo ai culege o stranie

și frumoasă floare, și ce-ar fi dacă te-ai trezi cu această floare în mînă?"

Sînt multe cazuri în care oamenii s-au trezit cu această floare în mînă, sub forma unei soluții la o problemă sau a unei creații artistice, pe care au smuls-o în timpul visului. Cel mai frapant exemplu în acest sens este cel al lui August Kekulé von Stradonitz. Așa cum spuneam mai sus, în 1858 Kekulé a enunțat principiile de bază care au dus la teoria structurală a chimiei organice. Într-un discurs ținut cu 30 de ani mai tîrziu, Kekulé a reamintit cum i-au venit anumite idei.

Călătorind, seara, într-un tramvai cu cai, prin Londra, el a căzut într-o stare de reverie și a ațipit nițel. În vis a văzut atomii dansînd înaintea ochilor lui. Era o viziune care îi era oarecum familiară. El se gîndea la natura valenței chimice și la legătura dintre atomi de luni întregi. În noaptea aceea de pomină a reușit să discearnă o ordine definită în gruparea și în înlănțuirea atomilor, pe cînd ei i se mișcau în fața ochilor. Strigătul vatmanului l-a trezit din visare și Kekulé s-a grăbit să ajungă acasă, unde a petrecut o parte a nopții schițînd pe hîrtie acele forme din vis. Era începutul chimiei structurale.

Kekulé a încercat ani de-a rîndul să determine structura moleculară a benzenului. Într-o noapte, în anul 1865, pe cînd dormita lîngă focul căminului, a avut un alt vis. De data aceasta, atomii jucăuși se adunau în „structuri de diferite forme și în lanțuri lungi, multe dintre ele apropiate strîns; totul se mișca și se contorsiona ca niște șerpi". Deodată ... unul dintre șerpi și-a apucat coada și întreaga structură a devenit caraghios de contorsionată. „Am fost pătruns de o bruscă iluminare", scria mai tîrziu Kekulé. Cînd s-a trezit, realizase că structura benzenului trebuia să aibă la bază un inel închis de atomi de carbon. „Să învățăm să visăm, domnilor, zicea Kekulé, atunci poate vom găsi adevărul! Dar să ne ferim să publicăm visurile noastre, pînă în momentul în care ele vor fi fost verificate de o judecată în care mintea nu doarme!"

Cu descoperirile lui Kekulé, care le făcuse, după propria mărturisire, pe o cale oarecum stranie, se realizase un progres considerabil: indiferent de rezervele lor filozofice, chimiștii nu mai puteau rămîne nepăsători în fața modului în care sînt legați între ei atomii elementari din

corpurile compuse. Ei erau conduşi — cea mai mare parte împotriva voinţei lor — spre cunoaşterea aranjamentului atomilor.

Materialele plastice

Abordarea şi dezvoltarea unui nou domeniu de cercetare pare să fie nu rareori fructul unei descoperiri accidentale sau pur şi simplu neaşteptate. Aşa s-au petrecut de pildă lucrurile în cazul maselor plastice.

Era în 1846, cînd, într-o zi, Christian Schönbein, profesor de chimie la Universitatea din Basel, efectuînd, ca de obicei, experienţe de chimie în bucătăria casei sale, a spart accidental o sticlă în care distilase acid azotic şi acid sulfuric. Lichidul coroziv s-a răspîndit pe toată duşumeaua. Negăsind la repezeală o cîrpă de şters pe jos, el a şters substanţa împrăştiată cu ce a avut la îndemînă: şorţul de bumbac al nevestei sale. Apoi a spălat şorţul şi l-a agăţat în faţa sobei calde, pentru a-l usca. Dar, în loc să se usuce, cum spera el, şorţul s-a aprins, a ars cu flacără vie şi . . . a dispărut. Şorţul se transformase din bumbac, în ceea ce mai tîrziu s-a numit fulmicoton, material de bază pentru praful de puşcă fără fum.

Schönbein a repetat imediat reacţia, în condiţii strict controlate, a corelat rezultatele cu alte fapte experimentale deja cunoscute şi a ajuns la o concluzie corectă: acţiunea acidului azotic şi a celui sulfuric asupra celulozei duce la formarea unui nou material, o celuloză azotată, care are proprietăţi noi şi neaşteptate. Ea este solubilă în solvenţi organici obişnuiţi şi poate fi modelată la căldură moderată, putîndu-se obţine obiecte tari, dure şi elastice, după răcire. În plus, materialul este extrem de inflamabil, chiar exploziv. Din păcate, mai tîrziu, au atras atenţia îndeosebi proprietăţile explozive ale materialului şi el a fost rapid utilizat pentru a încărca tunuri.

Materialul descoperit de Schönbein a fost primul material plastic sintetic.

Masele plastice sînt alcătuite din polimeri, adică din molecule foarte mari, cu mase atomice de mii de ori mai mari decît moleculele obişnuite. Numele de polimer vine din limba greacă: polys — multe, iar meros — părţi, deci molecule complexe, la care o unitate fundamentală, monomerul, este repetată într-o structură complexă, de obicei sub formă de lanţ.

Iată deci cum un polimer natural, celuloza, poate fi modificat chimic şi astfel se pot obţine noi derivaţi, modelabili şi solubili. Din asemenea materiale se pot toarce fire: această descoperire a permis obţinerea primei mătăsi artificiale de către contele Hilaire le Chardonnet, în 1885. Tehnica fotografiei a făcut un salt important prin producerea primelor straturi plastice pe plăci şi primelor filme fotografice cu suport polimeric. Din derivatele celulozei s-au făcut numeroase obiecte casnice: piepteni, mînere, ceşti, perii etc.

Marea problemă nerezolvată rămînea inflamabilitatea plasticelor. Cercetări, de data aceasta dirijate, cu un scop precis, l-au condus pe Schutzenberg, în 1865, şi pe Cross şi Brevan, în 1893, la descoperirea xantatului şi acetatului de celuloză — materiale plastice cu care au fost iniţiate industriile de fibre, plastice masive şi filme.

Am putea spune că Schönbein a descoperit un material intermediar între cel sintetic pur şi cel natural, un material hibrid. Polimerii cu adevărat sintetici au fost descoperiţi prin cercetări sistematice, bine puse la punct, iniţiate de Gerhardt (în 1841), de Laurenzo (în 1859), de Kraut (în 1869) şi de von Baeyer (în 1872), care au lucrat cu molecule organice ca glicoli, fenoli, aldehide şi acizi şi au observat că deseori nu se obţineau substanţe cristaline şi solubile, aşa cum era de aşteptat. În eprubetele lor se lăfăiau, sfidîndu-le perseverenţa, produşi răşinoşi amorfi, pe care nici măcar nu-i puteau identifica precis. Mulţi cercetători au fost dezamăgiţi de aceste rezultate şi n-au mai continuat cercetările pe această linie.

A fost totuşi o excepţie, un savant încăpăţînat, care nu accepta sfidarea naturii. Leo H. Baekeland a încercat, în 1907, o reacţie între fenoli şi formaldehidă şi a fost dezamăgit că produşii de reacţie obţinuţi se aflau în stare amorfă şi erau insolubili. Dar Baekeland nu s-a descurajat şi a continuat experienţele. Flerul său îi spunea că unele dintre răşinile lui, dure, rezistente la solvenţi şi la căldură, ar putea avea valoare comercială.

Spre deosebire de produsele termoplastice, obţinute din celuloză, materialele lui Baekeland, o dată modelate la căldură şi la presiune, nu mai puteau fi înmuiate din nou sau

redizolvate; ele erau stabile din punct de vedere termic. Aceste proprietăți au destinat materialele construirii de telefoane, de gramofoane, de discuri de patefon, de conectori electrici și treptat s-au introdus în industrie tehnologii adecvate pentru asemenea rășini. Nu peste mult timp de la descoperire, materialul lui Baekeland a primit numele de bachelită. Bachelita a fost deci prima masă plastică sintetică.

O dată cu apariția maselor plastice s-a dezvoltat și teoria structurii acesteia. Abia în 1920 Hermann Staudinger a presupus că unele materiale sintetice ar putea fi alcătuite din molecule lungi. Adepții teoriei structurale, bazată pe molecule mici, s-au luptat ani de-a rîndul cu adepții ideii lui Staudinger. Este interesant de remarcat că termenul polimerizare, care explică exact structura plasticelor, fusese introdus din 1866, de către marele chimist francez, Pierre Berthelot, pentru procesul de rezinificare a stirenului, descoperit în 1839 de Simon. În 1872 Eugen Baumann a obținut policlorura de vinil, prin polimerizarea clorvinilului.

Această „binefacere“ a chimiei și a tehnologiei chimice a invadat viața de toate zilele a omului. Plasticele s-au înmulțit într-o asemenea măsură, încît nu mai există locuință, nu mai este loc de muncă în care plasticele să nu apară, sub o formă sau alta: de la vase de bucătărie și lenjerie fină, la lacuri pentru a da luciu mobilei, de la mînere de șurubelnițe și cauciucuri de automobil, pînă la piese din angrenaje, mai dure ca oțelul, toate sînt din materiale plastice. Pe lîngă partea lor bună (în primul rînd, economisirea unor materiale care pot dispărea din lume, la un moment dat), au și părți mai puțin agreabile (adesea sînt urîte, iar o pungă de plastic îngropată în brazdă nu putrezește decenii de-a rîndul). Sînt oare materialele plastice o binefacere pentru omenire sau un rău necesar?

SPRE ULTIMELE PARTICULE ALE MATERIEI

Concepția atomistă — evoluție și revoluție

Din vremuri străvechi oamenii se întrebau: ce este lumea? din ce este alcătuită? Filozofii greci puneau la baza lumii patru elemente: focul, apa, pămîntul și aerul. Unii își închipuiau că fiecare lucru este alcătuit din aceste patru elemente; alții credeau că aceste elemente se puteau divide, la rîndul lor, în părți deosebite.

În jurul anului 460 î.e.n. un discipol al lui Parmenide și contemporan al lui Empedocle (Empedocle este cel care susținea că elementele sînt alcătuite din mici particule, care stau una lîngă alta, în chip indivizibil, și formează lumea), Leucip din Milet, a inițiat teoria atomistă. El a emigrat din patria sa în Eleea, unde a devenit elevul lui Zenon. După 450 î.e.n Leucip a deschis o școală proprie la Abdera, unde l-a avut ca discipol pe Democrit (460—370 î.e.n.).

Tatăl lui Democrit era un om foarte bogat, care a dorit să-i dea fiului său o instruire aleasă, așa că Democrit a fost dat la școala lui Leucip. Tradiția spune că Democrit era cel mai bun elev al lui Leucip și că Democrit a fost instruit chiar și de un mag persan. Democrit și-a cheltuit ulterior averea în călătorii prin ținuturi îndepărtate (Egipt, Iudeea și Orient), unde probabil a luat contact cu filozofiile orientale. A revenit în țară sărac, dar cu o inestimabilă zestre de cunoștințe. După ce s-a întors din călătorie, obișnuia să spună: „Nu mulțimea de cunoștințe este vrednică de năzuit, ci bogăția intelectului“.

Din opera lui Democrit s-au păstrat 300 de fragmente. Scria clar și foarte sistematic. După Diogene Laertius, cea mai vestită este lucrarea Μικροσ διακοσμοσ („Prin universul mic“), care este des citată de Epicur.

Democrit susținea că totul este alcătuit din particule de materie, care nu pot fi văzute. Se spune că o dată, cineva i-a pus în față o bucată de aur spunîndu-i: „Privește!

Am aici o bucată de aur. Poţi să susţii tu că nu este o singură bucată?“ „Nu este! a răspuns Democrit. Simt că e grea cînd o iau în mînă. Simt că e tare la pipăit. Dar cred din adîncul fiinţei mele că este alcătuită din particule infime, pe care nu le putem vedea sau simţi“.

Unii l-au contrazis brutal, dar mulţi tineri s-au apropiat de el, pentru a afla mai mult. „Eu cred că lumea întreagă este alcătuită din lucruri pe care le numesc «blocuri de construcţie» de felul celor folosite în jocul copiilor (se vede treaba că chiar şi în acea vreme copiii se jucau cu cuburi din lemn, din care construiau case şi temple). Voi numi aceste cărămizi «atomi», deoarece corpurile cu care copiii se joacă sînt indivizibile“ a zis Democrit (atomos — în greceşte, care nu se mai poate tăia, divide).

Mai tîrziu, Democrit a aprofundat concepţia atomistă. El a arătat că trebuie admisă existenţa vidului şi a nefiinţei, pentru că fără vid mişcarea este de neconceput. Mai arăta că fără spaţii goale nu poate fi gîndită nici mişcarea, nici multiplicitatea. „Dacă lucrurile s-ar împărţi la infinit, atunci ar trebui să fie şi locuri goale la infinit“, zicea el. Pentru ca mişcările să se petreacă peste tot, trebuie ca vidul să pătrundă fiinţa şi s-o divizeze. Dar această diviziune nu se poate continua în mod indefinit, fiindcă atunci fiinţa s-ar distruge. Deci corpurile trebuie să se compună din elemente ultime sau atomi. Din punct de vedere metafizic, aceşti atomi se bucură de toate proprietăţile atribuite de eleaţi fiinţei: sînt eterni, sînt plini şi indivizibili, sînt simpli, fără vreo proprietate internă, care să-i distingă unii de alţii.

Din punct de vedere fizic, atomii diferă prin formă şi mărime şi de aceea corpurile naturale, care rezultă din amestecul lor, oferă percepţiei noastre o bogată varietate. Atomii au o greutate proporţională cu mărimea lor, dar această proprietate trebuie înţeleasă în sens relativ, deoarece ea nu s-ar manifesta într-un atom izolat. Numai mişcarea turbionară şi colectivă dă atomilor greutate.

Prin această concepţie atomistă fenomenele naturale se explică uşor: totul rezultă din combinarea şi disocierea atomilor. Universul este alcătuit dintr-un număr infinit de atomi, care se mişcă în vid, într-o cădere neîncetată, concentrîndu-se, aglomerîndu-se şi îndepărtîndu-se, dînd astfel naştere la toate schimbările din lume.

La corpuri se pot distinge însuşirile primare sau obiective (greutate, densitate, duritate) şi însuşirile secundare (culoare, gust, miros), care depind de modul nostru de simţire.

După Democrit, sufletul este format din atomi de foc rotunzi şi foarte fini. Datorită subtilităţii lor, ei tind mereu să părăsească corpul, dar respiraţia reînnoieşte mereu numărul lor; cînd respiraţia se încetineşte, ne aflăm în starea de somn sau de letargie, iar cînd ea încetează, înseamnă că vine moartea. Senzaţiile noastre se produc datorită contactului direct cu obiectul şi cu emanaţiile lui. De exemplu, vedem un corp situat la distanţă, pentru că un grup de atomi ce conservă forma corpului vine să impresioneze organul vizual. Funcţia gîndirii este legată de temperatură şi de mobilitatea atomilor psihici. Dacă sufletul este încălzit prea tare sau este prea rece, atunci el îşi reprezintă inexact realitatea.

Într-un fragment de scriere rămasă de la Democrit se spune: „Aparenţă — culoarea, aparenţă — dulcele, aparenţă — amarul; în realitate, nimic altceva decît atomii şi vidul“.

Concepţia atomistă a lui Democrit poate fi sintetizată în şase principii:

1. Din nimic apare nimic. Nimic din ce există nu se poate distruge. Toate schimbările se datoresc combinării şi separării particulelor.
2. Nimic nu se produce din întîmplare. Orice se produce are cauza sa, din care urmează cu necesitate.
3. Singurele lucruri care există sînt atomii şi spaţiul gol; restul e doar părere.
4. Atomii sînt infiniţi în număr şi infinit variaţi ca formă; ei se ciocnesc, iar mişcările laterale şi rotaţiile care apar astfel sînt începuturile lucrurilor.
5. Varietăţile tuturor lucrurilor depind de varietăţile atomilor în număr, dimensiune şi stare de agregare.
6. Sufletul constă din atomi rotunzi, netezi, fini, ca cei ai focului. Ei întrepătrund întreg corpul şi în mişcările lor apar fenomenele vieţii.

Iată un citat dintr-o scriere a lui Democrit: „Atomii sînt în număr nemărginit şi cu forme nemărginit de felurite. Fiind într-o veşnică mişcare de cădere prin spaţiul nemărginit, atomii mai mari, care cad mai repede, se iz-

besc de cei mai mici, iar vîrtejurile și mișcările care se produc cu această ocazie înseamnă începutul formării lumii. În felul acesta se formează și dispar iarăși una lîngă alta și una după alta nenumărate lumi".

După Democrit atomii nu au stări interne, ei se influențează reciproc numai prin apăsare și respingere. Atomii au formă, au ordine și o poziție. Lucrurile sînt alcătuite din acești atomi și spații goale. Pe temeiul acestor spații goale se fundamentează divizibilitatea lucrurilor. Atomii nu au însă spațiu gol în structura lor și de aceea sînt indivizibili, deși Democrit le atribuie întindere. La început atomii se găseau răspîndiți haotic în spațiul gol, apoi ei au format vîrtejuri și, prin unire, au format lucrurile și lumea.

Atomiștii au fost atacați de peripateticieni, dar au fost reafirmați de epicurieni. Epicur (341—270 î.e.n.) susținea că atomii se află în mișcare continuă, cu viteză constantă, cu excepția ciocnirilor și mișcării în jos, datorită greutății: „Cînd atomii se mișcă prin gol, fără a suferi ciocniri cu altceva, ei se deplasează totdeauna cu viteză uniformă. Este improbabil ca ceva greu să se miște mai repede decît ceva mic și ușor, cu condiția ca nimic să nu ciocnească pe cel din urmă."

Judecînd din perspectivă istorică, trebuie să admitem că ideea de atom e de așteptat să apară la toate popoarele, pentru că activități practice (ca de pildă tăierea unui lemn) puneau problema limitei pînă la care se poate ajunge cu divizarea materiei.

În China mohiștii erau cei care îmbrățișaseră concepția atomistă. Strict logic ei defineau punctul geometric (tuan). Ei considerau chiar și momentele de timp în sens atomic. Aici s-a simțit puternic influența filozofiei indiene. Atomii de timp, presupuși de indieni, s-au numit în China chha-na. Este interesant să remarcăm că cuvîntul atom apare în *Noul testament* doar o singură dată și anume în legătură cu un moment de timp. Mai remarcăm apoi că Mor Samuel, marele matematician evreu din Nehardeea (Babilon) (165—257 e.n.) stabilea 56 848 atomi de timp într-o oră, un atom (régá) fiind echivalent cu două clipiri din ochi.

Cheng Chou (290 e.n.) scria (în China): „Toate speciile conțin germeni... Toate lucrurile conțin germeni și se întorc la germeni".

Concepția atomistă nu a prins totuși în China. Dominantă era concepția mișcării ondulatorii, care pare să fi acționat ca un inhibitor al progresului științific. Filozofia tradițională din China concepea întreg universul activat de pulsații lente ale forțelor de bază, fundamental opuse, dar reciproc necesare (*Yin* și *Yang*). În lucruri exista un ritm intrinsec. Lucrurile se influențau radiativ reciproc. Universul era continuu și perfect. Lumea era o lume de unde.

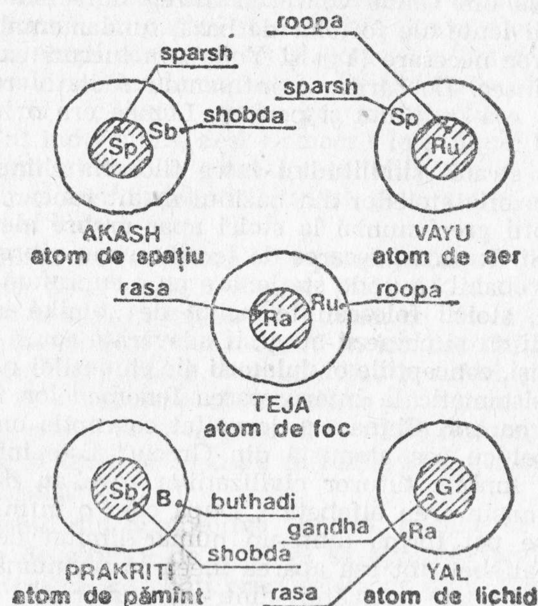
Există stranii similitudini între filozofia chineză clasică și filozofia stoicilor din bazinul mediteranean. Dintre toți filozofii greci numai la stoici apar umbre ale teoriei ondulatorii. Pentru mișcarea de tensiune sau vibrație, observată probabil ca unde staționare pe o suprafață de apă mărginită, stoicii foloseau termenul de „toniké kinēsis". Atît stoicii cît și chinezii au găsit adevărata cauză a valurilor. Totuși, concepțiile ondulatorii ale chinezilor n-au fost aplicate sistematic la interpretarea fenomenelor fizice.

De ce oare în China s-a dezvoltat concepția ondulatorie, paralel cu cea atomistă din Grecia? Este interesant faptul că limbile tuturor civilizațiilor care au dezvoltat teorii atomiste erau alfabetice. După cum o infinitate de cuvinte se pot forma dintr-un număr limitat de litere, dintr-un alfabet, tot așa apărea ideea că un număr mare de compuși poate fi alcătuit dintr-un număr mic de constituenți. Caracterele chinezești reprezintă un întreg organic, iar mințile obișnuite cu limbajul ideografic s-ar deschide greu la ideea unei constituiri atomice a materiei.

După cum am arătat mai sus, Democrit călătorise în Orient. Fără îndoială că el luase contact cu vechea filozofie indiană. Este interesant de urmărit sîmburele rațional-filozofic al concepțiilor vedice. Potrivit acestor concepții, universul era considerat constituit din Purusha și Prakriti (energie și materie). Conceptul științific de Prakriti a fost dezvoltat de Kapila. În Prakriti elementele erau latente. Prakriti era o masă omogenă, lipsită de potențial, inertă, fără însușiri fizice sau chimice, ci numai cu masă sau cu cantitate. Ea deriva din masa cosmică, inițială, numită Aprakat-Salilum, care, în timp (kala: era împărțit

în trute — unitate de schimbare egală cu $3 \cdot 10^{-5}$ s), devenea Prakriti.

La expansiunea universului a crescut multiplicitatea (azi vorbim despre ruperea spontană a simetriei). Ea s-a manifestat în 5 elemente: Pancha Tatva. Principalele 5 tatva sînt:



Taitriya Upanishad menționează că atomul de spațiu este sursa atomului de aer. Spațiul (akasha) este substratul tuturor elementelor. Forma latentă a tatvelor este tanmatra. Tanmatrele sînt particule intraatomice, cu energie potențială specifică. Cele 5 tanmatre sînt: gustul (pentru pămînt), mirosul (pentru apă), forma (pentru foc), pipăitul (pentru aer) și sunetul (pentru spațiu). Sînt elementele prezentate în Samkhya, elemente care în final vor fi crescut la 25.

În *Vaisesika* se arăta că sînt două tipuri de elemente: cele care sînt în stare atomică și sînt perene și celelalte, care sînt cauzele și sînt legate de timp. *Nyaya-Vaisesika* arată în „arumbhovada"-ele lor că toată materia constă

din atomi (paramanus). Atomii au formă și se combină spre a forma „anus". Dimensiunea atomilor este 1/6 din dimensiunea celui mai mic fir de praf care este vizibil numai în razele soarelui ce intră printr-un orificiu într-o cameră întunecată. În 1962 Neemit a măsurat raza celei mai mici particule de praf, vizibile în sensul de mai sus, și a găsit-o de 100 Å. Deci un atom ar avea cam 16 Å. Este uimitor cît de aproape se situează această valoare de valoarea dimensiunilor atomice cunoscute astăzi; 2—5 Å, sau a moleculelor, 4—10 Å. Școala Purava Mimatsa postulează dimensiunea atomilor ca particule de praf mai mari. Nyaya sugerează că doi atomi formează un dreyanu, trei dreyanu fac un tresarenuka (ar fi cam o particulă coloidală), iar 4 tresarenuka (24 de atomi) formează un chaturenuka (deci o particulă grosieră), din care a apărut lumea.

Concepția atomistă a suferit o resurecție în secolul al XVII-lea, datorită lucrărilor lui Gassendi și Descartes. Mai tîrziu, toate ipotezele fizicii secolului al XIX-lea privind mișcarea moleculelor în gaze s-a dovedit a fi fost folosite și de greci, încă cu două milenii în urmă.

Minunatele forme cristaline existente în natură au condus nu numai la o contemplare pură, ci și la încercări de a explica frumusețile naturii. Kepler a fost primul care a asociat formele poliedrice plane ale cristalelor cu structura internă. În scurtul articol *Fulgii de zăpadă*, publicat în 1611, el corelează forma hexagonală a unui fulg de zăpadă cu „necesitatea materialului", adică Kepler face o legătură între forma fulgului și o aranjare regulată a picăturilor de apă.

În lucrarea *Micrographia*, din 1665, R. Hooke arată că independența unghiurilor dintre fețele cristaline, de dimensiunea fețelor cristaline, este o consecință necesară a aranjării corpusculilor sferici — atomii.

Teoria atomică a căpătat însă drept de cetate o dată cu lucrările lui J. Dalton. Credința că materia este alcătuită din atomi rămăsese speculativă pînă în secolul al XIX-lea, cînd reacțiile chimice au fost puse pe o bază cantitativă. Dalton a fost cel care a unit atomismul cu chimia cantitativă, arătînd cum unele proprietăți macroscopice pot fi deduse dintr-o teorie microscopică de constituție: era teoria atomică a lui Dalton. Dalton imagina atomul ca pe o

sferă înconjurată de o atmosferă de căldură. Originea concepțiilor lui Dalton asupra atomilor era încercarea de a descoperi condițiile echilibrului gazelor. Dalton a publicat prima tabelă cu greutăți atomice ale elementelor. În cartea *Nou sistem de filozofie chimică* (apărută în 1808) Dalton expune teoria căldurii și cele trei stări ale materiei, folosind termenul de particulă și nu de atom.

La începutul secolului al XIX-lea distincția dintre atomi și molecule nu era clară pentru mulți chimiști. Este interesant că (așa cum mai spuneam; v. paragraful referitor la periodicitatea elementelor) însuși Dalton a respins ipoteza lui Avogadro, care susținea că cea mai mică entitate dintr-un element gazos este capabilă de diviziune.

Treptat teoria atomică s-a transformat într-o teorie moleculară, iar concepțiile atomiste, aprofundate, generalizate și-au dovedit viabilitatea desăvîrșită.

Dalton, daltonismul și atomismul

Descoperirea „daltonismului" în medicină evidențiază o dată mai mult un fel de zicală: pentru a fi găsită legea gravitației nu este suficient ca un măr să cadă din pom, ci sub acel pom trebuie să se afle un Newton.

Dacă deschidem *Micul dicționar enciclopedic,* sub numele Dalton citim: „John Dalton (1766—1844), fizician și chimist englez. A descoperit legea proporțiilor multiple, care stă la baza teoriei atomice, și legea presiunilor parțiale în amestecul de gaze. A studiat defectul vederii de care suferea el însuși, cunoscut de atunci sub numele de daltonism".

Daltonismul constă în perceperea greșită a culorilor, în speță, în confundarea culorii roșii cu verdele.

Dalton a publicat un raport detaliat asupra defectului său de vedere, în revista „Memoirs of the Manchester Literary and Philosophical Society", în 1798. Iată cum descrie el descoperirea: „Am fost totdeauna de părere că unele culori sînt denumite incorect (deși deseori nu mi-am exprimat această părere). Termenul de «roz» (pink, în englezește), referindu-se și la floarea cu același nume (pink — garoafă, în limba engleză), părea suficient de potrivit; dar cînd termenul de «roșu» îl înlocuia pe cel de «roz» credeam că înlocuirea este complet nepotrivită; după părerea mea, ar fi trebuit să fie «albastru», întrucît roz și albastru îmi apar foarte apropiate; pe cînd roz și roșu, abia dacă au vreo legătură.

În preocupările mele științifice optica îmi atrăgea în mod necesar atenția; teoria luminii și cea a culorilor mi-au devenit destul de familiare înainte de a fi aflat de existența vreunei particularități a vederii mele. Nu mă așteptam totuși prea mult la separarea practică a culorilor, într-o anumită măsură datorită faptului că există o anumită încurcătură în denumirea lor. Începînd cu 1790, studiul ocazional al botanicii m-a obligat să mă ocup mai mult de culori decît înainte. În ceea ce privește unele culori ca albul, galbenul ori verdele, am consimțit ușor că este vorba de termeni potriviți. Albastru, purpuriu, roz și stacojiu păreau mai greu de distins; potrivit ideii mele, toate erau legate de albastru. Adesea am întrebat în mod serios pe cîte o persoană dacă o floare era albastră sau roză, dar în general întrebarea mea era considerată o glumă. Cu toate acestea n-am fost niciodată convins de existența vreunei particularități a vederii mele, pînă cînd nu am observat în mod accidental culoarea florii *Geranium Zonale* la lumina luminării, în toamna lui 1792. Floarea era roz, dar ziua ea îmi apărea albastră, ca cerul senin; în lumina luminării ea era totuși uimitor de schimbată, nemaiavînd nici un fel de albastru în ea, dar fiind de culoarea pe care eu o numeam roșu, culoarea ce forma un contrast izbitor cu albastrul. Atunci, neîncrezîndu-mă că schimbarea de culoare este identică pentru toată lumea, le-am cerut unor prieteni să observe fenomenul și am fost surprins aflînd că toți erau de acord că la lumina luminării culoarea nu era esențial diferită de ceea ce era la lumina zilei, cu excepția fratelui meu, care a văzut-o în același fel cu mine. Această observație mi-a dovedit că vederea mea nu era la fel cu cea a altor persoane".

Dalton nu s-a oprit aici. El a arătat că fenomenul de „orbire" de culoare este accesibil studiului și a pornit la o cercetare sistematică. A alăturat pînze colorate, la lumina zilei și la cea a luminării și le-a comparat cu împerecherile făcute de fratele său și de prieteni. A testat o familie în care a fost descrisă vederea anormală a culori-

lor și a elaborat o teorie fiziologică (astăzi dovedită eronată), pentru a explica fenomenul.

Spiritul științific, analist al lui Dalton, materializat și în numeroase descoperiri în domeniul atomismului, i-a permis revelarea unui fenomen care a trecut neobservat de-a lungul secolelor.

Ce fel de om era Dalton? Pînă la adolescență a locuit în cătunul Eaglesfield, din Cumberland. Părinții săi erau quakeri. La 15 ani a plecat la Kendall, la 40 de mile depărtare, și a rămas toată viața acolo, profesor. Dintre hîrtiile lui au rămas revelatoare cele în care nota salariul primit pentru ore și pentru conferințe precum și cheltuielile pe care le făcea cumpărînd cărți și aparate. A ținut un carnet de notițe meteorologice începînd cu 1781, în fiecare zi, pînă la sfîrșitul vieții. Inițial, la cursurile lui venea multă lume, dar unii plecau după prima lecție a ciclului. Chiar reducînd prețul la jumătate (5 șilingi pentru 12 lecții), tot nu reușea să mențină auditoriul.

Dalton poate fi numit părintele atomismului modern. El imagina atomul unui element ca o sferă înconjurată de o atmosferă de căldură (un fluid subtil, caloricul). Și astăzi, atomul sferic al lui Dalton servește ca bază pentru unele modele de structură moleculară. Dalton considera însă structura fluidelor statică; chiar difuzia unui gaz în altul era considerată ca o mișcare de atomi care luau apoi poziții fixe.

Dalton a găsit celebra lege a presiunilor parțiale ale gazelor și legea dilatării termice a gazelor. Dar marea realizare a lui Dalton, a cărei perspectivă nu a fost prea bine înțeleasă pe vremea sa, a fost calculul greutăților (maselor) atomice ale elementelor și ale altor corpuri.

La sfîrșitul lucrării despre solubilitatea gazelor, citită la 21 octombrie 1803 (și publicată în 1805), apare un pasaj faimos: „Pătrunderea în greutățile relative ale ultimelor particule ale corpurilor este un subiect, după cîte știu, cu totul nou: l-am atacat de curînd cu remarcabil succes. Principiul nu poate intra în această lucrare, dar voi transcrie mai jos rezultatele mele, așa cum apar confirmate de experiențe“. Urmează un *Tabel de greutăți relative ale ultimelor particule de corpuri gazoase și de alte corpuri,* primul tabel cu greutăți atomice.

În cartea sa *Nou sistem de filozofie chimică,* pomenită deja mai sus, postulînd o entitate atomică drept unitatea de bază a unui element, Dalton nu a putut accepta niciodată punerea în discuție a indivizibilității atomice a elementelor.

Perioada următoare, cea de după 1808, a fost puternic marcată în știință de ideile lui Dalton.

Multiplele descoperiri ale lui Dalton s-au datorat atît spiritului său analitic, cît și pătrunderii în esența fenomenelor prin experiențe amănunțite, urmate de sinteza rezultatelor și de generalizarea acestora.

Radiațiile din adîncurile materiei

Radiațiile X. Unul dintre cele mai interesante fenomene, care nu fusese încă explicat și era studiat cu ardoare prin anul 1890, era curgerea sarcinilor electrice prin vid. Într-un tub vidat (de exemplu, un tub de tip Crookes) se aplica o tensiune mare, între două plăci, și se obținea în vid un transport de particule încărcate (azi se știe că este vorba despre electroni). Aceste particule puteau fi deviate și produceau descărcarea diferitelor materiale încărcate electric. Fenomenul începuse să fie studiat și de fizicianul german Wilhelm Conrad Röntgen (1845—1923), din Würzburg, Bavaria.

Röntgen, un savant conștiincios și scrupulos, repeta, la 8 noiembrie 1895, una dintre experiențele lui Crookes și Lenard, cu un tub de radiații catodice. Pentru a îmbunătăți condițiile de desfășurare a experienței, a acoperit tubul cu hîrtie neagră, iar pentru a testa opacitatea hîrtiei a acoperit ecranul principal, introducîndu-l într-o cutie de carton. Spre surpinderea sa, Röntgen a constatat că, deși din cutie nu ieșea nici o radiație vizibilă, se produceau totuși unele licăriri luminoase în niște cristale de platinocianură de bariu, aflate pe o masă alăturată. Deci prin hîrtia neagră pătrunsese ceva, un ceva care nu era, evident, o lumină obișnuită.

Röntgen a pornit îndată la investigarea cauzelor apariției acestei lumini și, la 28 decembrie, deci numai cu 50 de zile mai tîrziu, a trimis o „comunicare preliminară“ președintelui Societății Fizico-Medicale din Würzburg, în care își expunea cercetările. El arăta că, după ce electro-

nii au fost accelerați la viteze mari, la impactul lor cu ecranul, „o parte din energia lor este convertită în niște radiații speciale“. Röntgen arăta că aceste radiații pătrund nu numai prin hîrtie și sticlă, ci și prin metale ușoare, ca aluminiul sau zincul, dar sînt puternic absorbite de plumb, impresionînd placa fotografică.

Prin poze extrem de clare, Röntgen a ilustrat proprietățile de absorbție ale materialelor. A arătat imaginea mîinii soției sale, imaginea unor metale aflate într-o cutie de lemn, a densității inegale a unei folii metalice, a absorbției prin vopseaua cu plumb, aplicată pe o ușă. Calciul din oase, metalele din corpuri, plumbul din vopsea dădeau umbre pe fotografii.

Röntgen lucra cu febrilitate. A stabilit că radiațiile necunoscute se propagă rectiliniu, că nu sînt deviate de magneți. Producerea de radiații era intensificată, dacă acestea loveau un „anticatod“ metalic, așezat în tub. La 23 ianuarie 1896 Röntgen și-a comunicat ansamblul rezultatelor cercetărilor sale la ședința Societății Fizico-Medicale, sub titlul *Asupra unui nou tip de radiații*. Anatomistul Kölliker a propus atunci ca acestor radiații să li se dea numele de „raze X“, nume care se folosește și astăzi pentru radiațiile descoperite de Röntgen.

Noutatea descoperirii savantului german s-a răspîndit cu rapiditate. Ziarul „London Standard“ din 7 ianuarie 1896 scria: „«Die Presse» (din Viena) asigură pe cititorii săi că nu e o glumă sau o escrocherie. Este o descoperire serioasă, făcută de un profesor german serios“.

Totuși, mai persista o oarecare neîncredere, chiar în rîndul savanților. Astfel, cînd, la început de an nou, Ferdinand Braun a citit publicația asupra radiațiilor Röntgen, ar fi spus: „Röntgen era de altfel un om relativ rațional și nici măcar nu a început carnavalul“.

Ecoul descoperirii lui Röntgen a fost atît de mare, încît Röntgen a fost chemat pentru a face o demonstrație în fața împăratului Wilhelm al II-lea, la Berlin (în ianuarie).

Foarte repede, în 1901, Röntgen a primit Premiul Nobel pentru fizică.

Între timp au fost abordate multiple cercetări asupra razelor X. Fizicianul român Dragomir Hurmuzescu (1865—1954) a fost primul care a încercat și a reușit să lămurească misterul razelor X. Astfel, la Paris, unde lucra în laboratorul de cercetări fizice de la Sorbona și tocmai își terminase teza de doctorat, a început imediat cercetări asupra razelor X, în colaborare cu J. Benoît, folosind un electroscop de concepție proprie, extrem de sensibil. Descoperirea însușirii razelor X de a descărca un electroscop sau orice corp încărcat electric, a fost comunicată Academiei de Științe din Paris, la 3 februarie 1896. Ea a fost punctul de plecare pentru alte descoperiri însemnate privind structura corpusculară a electricității. Hurmuzescu împreună cu neurologul român G. Marinescu au efectuat, tot în 1896, radioscopia mîinii unui bolnav de acromegalie, deschizînd astfel drumul aplicațiilor medicale ale razelor X.

Descoperirea lui Röntgen a redeschis o veche discuție asupra rolului hazardului în progresul științific. Părea că descoperirea fusese determinată în mod cu totul indirect de cercetările lui Röntgen privind fluorescența corpurilor, experiențe reluate de el după 1896. Aceste experiențe făceau ca în laborator să se afle în permanență ecrane de platinocianură de bariu. Glaser susținea că Röntgen căuta în mod expres o radiație invizibilă, diferită de raza catodică descrisă de Lenard. Pe de altă parte, J. J. Thomson spunea: „. . . totuși, deși Röntgen a avut noroc, acesta a meritat să facă descoperirea, pentru că mai întîi nu a ezitat să se lanseze într-un domeniu diferit de cel în care lucra, doar pentru că era nou și promițător și, mai apoi, fiindcă și-a dat seama în mod rapid că ecranul fluorescent însemna ceva“. Crookes semnalase deja fenomenul de impresionare a plăcilor fotografice așezate în apropierea tuburilor de descărcare, dar a considerat că e necesar să se ia măsuri de protecție a acestora, neîntrevăzînd noua radiație. Iluminarea unui ecran fluorescent a fost văzută înainte de Röntgen, chiar de către colaboratorul său, Morstaller. Dar, de la simpla vedere a ecranului iluminat, pînă la descoperirea fenomenului este un drum lung, deoarece ecranele pot fi impresionate de diverse surse.

Descoperirea razelor X a dat omenirii un măreț mijloc pentru a pătrunde în tainele structurii materiei și, în același timp, medicina a căpătat o metodă revoluționară cu ajutorul căreia poate vedea în interiorul corpului uman și poate vindeca anumite boli.

Radioactivitatea naturală. Henri Becquerel (1852—1908) era, la fel cu tatăl, Edmond, şi cu bunicul lui, Antoine, un specialist eminent în fenomenele de fluorescenţă şi fosforescenţă. El se interesa în mod deosebit de proprietăţile pe care le au în acest domeniu anumiţi compuşi ai uraniului. Iată însă că la sfîrşitul anului 1895 descoperirea lui Röntgen aţîţase curiozitatea savanţilor.

În primele dintre experienţele lui Röntgen, razele X erau emise chiar de peretele tubului de sticlă pe care cădeau razele catodice şi care devenea fosforescent. Ca urmare a unei conversaţii pe care a avut-o cu H. Poincaré, Becquerel s-a gîndit că probabil fosforescenţa era intim legată de emisia razelor X şi că ar fi fost cazul să se studieze dacă nu cumva substanţele obişnuite, care deveneau fosforescente prin expunere la lumină, emiteau raze X. Becquerel spunea mai tîrziu: „Am aflat din prima zi de descoperirea lui Röntgen şi mi-a venit ideea să văd dacă proprietatea de a emite raze nu era cumva intim legată de luminescenţă".

Astfel, condus de o idee care în cele din urmă avea să se dovedească falsă, abilul fizician a pornit să caute o ipotetică emisie de raze X de către sărurile de uraniu, devenite fosforescente, ca urmare a expunerii lor la lumina solară. Becquerel a început să expună la soare lame acoperite cu săruri de uraniu, apoi le înfăşura în hîrtie neagră, le închidea într-o cutie, în contact cu o placă fotografică, sperînd că o radiaţie penetrantă va ieşi din substanţa fosforescentă şi, trecînd prin hîrtia neagră, îşi va semnala prezenţa, impresionînd placa fotografică. El a avut curînd bucuria să constate că fenomenul prevăzut exista în mod real şi că, după ce erau expuse la soare, sărurile de uraniu emiteau o radiaţie ce trecea prin hîrtia neagră. Această descoperire a fost comunicată la Academia de Ştiinţe din Franţa, la 24 februarie 1896, fără să aducă o confirmare completă a ideii, totuşi inexactă, care îl ghidase pe Becquerel în cercetările sale. Ea demonstra existenţa unei radiaţii necunoscute emise de uraniu, dar, în gîndirea lui Becquerel, ea mai arăta că emisia acestei radiaţii rezulta din acţiunea luminii asupra sărurilor de uraniu şi era prin urmare legată de fosforescenţa acestor săruri.

Şi iată cum întîmplarea a intervenit în mod fericit pentru a-i arăta ilustrului savant că se înşela în interpretarea fenomenului observat şi pentru a-i revela adevărata natură.

Pentru a putea repeta experienţele, Becquerel preparase cîteva cutii care conţineau, în vecinătatea unei plăci fotografice, lame acoperite cu săruri de uraniu, plăcile fiind înfăşurate în hîrtie neagră. Dar cum în acele zile de iarnă (miercuri 26 şi joi 27 februarie) soarele refuza să se arate, Becquerel închise cutiile într-un sertar, aşteptînd zile senine. La 1 martie soarele a apărut, iar Becquerel s-a grăbit să-şi reînceapă cercetările. Dar, scrupulozitatea sa de savant conştiincios l-a îndemnat să verifice dacă nu cumva se petrecuse ceva cu plăcile aflate în sertar. Spre marea sa surprindere, el a constatat că plăcile fuseseră impresionate la fel ca şi în experienţele anterioare, deşi, de astă dată, ele nu fuseseră expuse acţiunii prealabile a luminii solare şi deci nu erau în stare de fosforescenţă. Rămînea posibilă o singură explicaţie: uraniul emitea în mod continuu radiaţii penetrante, fără a fi necesară vreo expunere la lumină. Acest fapt a fost arătat de Becquerel chiar a doua zi, 2 martie 1896, în comunicarea sa de la Academie, prin care a semnalat pentru prima oară existenţa radioactivităţii. De un mare ajutor în descoperirea naturii noii radiaţii a fost electroscopul perfecţionat de Hurmuzescu. Cu acest electroscop Pierre Curie a efectuat numeroase experienţe demonstrative. Rezultatul a fost totdeauna acelaşi: radioactivitatea naturală nu reprezintă radiaţii Röntgen, ci particule de origine nucleară (α).

Radioactivitatea artificială. Prin 1933 Irène şi Frédéric Joliot Curie efectuau experienţe cu fascicule de particule α prin care obţineau neutroni, prin bombardarea diverselor elemente: fluor, sodiu, aluminiu. Această serie de experienţe a fost încheiată în toamna lui 1933, savanţii stabilind că la bombardarea elementelor uşoare cu particule α, unele dintre acestea emiteau, pe lîngă neutroni, şi pozitroni (electroni pozitivi). Aşadar, ei s-au gîndit că au dat peste un fenomen cu totul nou, deoarece nimeni nu menţionase vreodată o radiaţie pozitronică, emisă de nucleu, deşi trecuse un an de cînd C. Anderson descoperise pozitronul în radiaţia cosmică.

Soții Curie au întocmit lucrarea *Radiația penetrantă a atomilor sub acțiunea radiației* α, pe care au prezentat-o la Congresul Solvay, de la Bruxelles, din octombrie 1933. Comunicarea soților Curie a suscitat o dezbatere animată. Fiziciana germană Lise Meitner a luat cuvîntul și a spus: „Și noi am făcut experiențe similare, dar rezultatele noastre nu concordă cu cele ale colegilor francezi". Părerea savantei de reputație internațională recunoscută echivala pentru mulți cu o condamnare fără drept de apel. La rîndul lui, americanul Lawrence, cel care ulterior va construi primul ciclotron din lume, a adăugat: „În cursul experiențelor mele nu am observat nimic din cele relatate de domnul Joliot".

La sfîrșitul Congresului majoritatea zdrobitoare a savanților ajunsese la concluzia că experiențele au conținut erori, scuzabile prin faptul că francezii aveau la dispoziție laboratoare rudimentare. Singurul care i-a încurajat pe cei doi înfrînți a fost savantul danez Niels Bohr: „Nu vă necăjiți! Eu cred că rezultatele voastre sînt interesante și că ele ascund ceva foarte important".

Reveniți la Paris după Congres, încrezători totuși în justețea rezultatelor lor, soții Curie au început o nouă serie de experiențe. Au stat zi și noapte lîngă aparate, au măsurat, ajutați și de către colaboratorul lor, Pierre Savel.

Chiar la reluarea experiențelor ei au observat un fenomen surprinzător. Potrivit celor cunoscute pînă atunci, bombardînd nuclee de bor, aluminiu sau sodiu cu radiațiile α ale poloniului, trebuia ca în mod normal să se constate emisii de protoni și de neutroni. Dar, surpriză, a apărut o emisie de pozitroni, fapt cu totul inexplicabil. Ca primă ipoteză de lucru, savanții au admis că uneori transmutația aluminiului se produce cu emisia unui proton, iar alteori cu emisia unui neutron și a unui pozitron, produsul final fiind în ambele cazuri siliciul. Dar cum s-ar putea explica cele două variante ale transmutației? Este oare simultană emisia de neutroni și de pozitroni? Ipoteza este foarte șubredă.

Dar soții Curie continuau cu înverșunare experiențele. Pentru a verifica simultaneitatea emisiei celor două particule, ei au avut ideea ingenioasă de a modifica viteza particulelor-proiectil α, cu care bombardau aluminiul. Treptat surpriza se transforma în uluire. F. J. Curie povestea, mai tîrziu: „Am constatat cu mirare că diminuarea energiei particulelor α face ca la un moment dat emisia de neutroni să înceteze, în timp ce emisia de electroni pozitivi să continue cu aceeași intensitate, aidoma radiației de electroni de la elementele radioactive naturale. Am refăcut experiența, simplificînd-o: într-un anumit interval de timp am bombardat aluminiul cu particule α de viteză maximă, apoi am îndepărtat progresiv sursa de particule α. Dar foița de aluminiu a continuat să emită electroni pozitivi timp de mai multe minute. Pentru noi acest rezultat a fost ca o străfulgerare".

Soții Curie și-au dat imediat seama că aveau de a face cu interacțiunea radiațiilor α cu aluminiul. Ca urmare, apare un neutron și un nucleu de fosfor, care este radioactiv.

Ziua de 15 ianuarie 1934 este data de naștere oficială a descoperirii soților Curie: radioactivitatea artificială. În acea zi ei au prezentat la Academia de Științe din Paris comunicarea intitulată *Noul aspect al radioactivității*. Concluzia lucrării este sobră și atestă modestia savanților: „Astfel, în lucrarea de față s-a reușit, pentru prima dată, ca, prin intermediul unei acțiuni exterioare, să se provoace unor nuclee atomice o radioactivitate care durează un timp măsurabil, în absența cauzelor care produc excitarea".

Soții Curie au efectuat rapid experiențe migăloase, dificile, pentru a dovedi pe cale chimică existența noilor radioelemente descoperite. Peste două săptămîni, la 29 ianuarie 1934, ei au prezentat o nouă comunicare, *Separarea chimică a noilor radioelemente, care emit electroni pozitivi*. Cei doi savanți scriau: „Dovezile fizice și chimice arată că nucleele cercetate trebuie să posede radioactivitate, care este însoțită de emisie de electroni pozitivi. Noi propunem ca aceste elemente să se numească radioazot, radiofosfor, radiosiliciu".

După mai multe săptămîni de lucru, Irène și Frédéric Joliot-Curie aduceau mamei lui Irène, Marie Curie, într-o eprubetă, primul element radioactiv artificial.

În octombrie 1934, a avut loc la Londra Congresul de Fizică Nucleară. Soților Curie li se făcea o primire triumfală. Ei au prezentat lucrarea *Radioelementele obținute artificial*.

La mai puțin de un an de la descoperirea radioactivității artificiale, soții Joliot-Curie au primit Premiul Nobel pentru chimie, pentru „sinteza a noi elemente radioactive".

Descoperirea radioactivității artificiale a declanșat imediat noi cercetări al căror fruct se vede astăzi în mulțimea izotopilor radioactivi cunoscuți, larg folosiți în economie și în medicină, în multitudinea de aplicații mai mult sau mai puțin pașnice ale energiei atomice.

Horia Hulubei și lumea minunată a atomului

Horia Hulubei a fost un fizician român de excepție, bine cunoscut datorită cercetărilor lui din domeniul fizicii radiațiilor X și a dezvăluirii de noi elemente chimice. El a organizat și condus aproximativ 23 de ani cercetările de fizică nucleară de la noi din țară.

Hulubei s-a născut la 15 noiembrie 1896, la Iași, unde a început studiul chimiei și al fizicii, în 1915. Dar și-a întrerupt studiile la izbucnirea primului război mondial. A luat parte ca pilot la luptele de la Nămoloasa, Bălțărești și Mărășești, iar apoi la războiul din Franța. În 1922 s-a întors la Iași, unde a terminat universitatea în 1926, cu calificativul „foarte bine". La Paris, Horia Hulubei și-a continuat studiile în Laboratorul de Fizico-chimie al lui Jean Perrin. Și-a luat doctoratul în fizică la 12 iulie 1931, cu mențiunea „foarte onorabil", Marie Curie fiind președintele comisiei de examinare. A continuat să lucreze la Paris, pînă la cel de-al doilea război mondial, în același timp exercitînd și o profesiune didactică la Universitatea din Iași. Distinsa lui activitate de cercetător a făcut să fie ales în Academia Franceză, unde l-a succedat pe Sir William Bragg.

După 1940 Hulubei s-a mutat la București, unde a fost numit profesor de fizico-chimie și structura materiei la Facultatea de Științe, și a depus o imensă muncă organizatorică pentru stimularea studiului fizicii și a echipării laboratoarelor.

Activitatea științifică a lui Horia Hulubei a acoperit multe domenii ale fizicii, dar el a strălucit în special în cercetările de fizică atomică. Numele lui Hulubei este legat de prevederea și verificarea experimentală a împrăștierii Compton multiple. Folosind metode de spectroscopie a radiațiilor X de înaltă sensibilitate, el a dovedit, în colaborare cu Yvette Cauchois, împrăștierea dublă și împrăștierea triplă, cu schimbare de lungime de undă, a radiației incidente. În acest scop a pus la punct un tip nou de spectrometru cu cristal curbat. În 1933 Hulubei a întreprins un studiu sistematic al radiației X caracteristice diverselor elemente, ceea ce a dus la o pătrundere fără egal în mecanismul emisiei radiației X de către atom.

Dar una dintre marile realizări ale savantului român este legată de contribuția lui la descoperirea elementului 87. Pînă în 1936 se făcuseră mai multe încercări pentru a găsi elementul necunoscut 87, care-și avea căsuța rezervată în tabelul periodic al elementelor. Se folosiseră metode cît se poate de diferite: spectrometrie de masă, spectre optice, spectre de radiații X, radioactivitate etc., toate fără rezultate concludente.

Pe baza dezvoltării experimentale a aparaturii ultrasensibile de spectroscopie X, Hulubei a trecut la cercetarea prezenței elementului 87, mai întîi în compușii comerciali de rubidiu și de cesiu. Din nefericire, Hulubei nu a dispus de cantități de polucit (un mineral) mai mari de 10—15 kg, pentru a putea aduce o confirmare definitivă a prezenței elementului 87. El a studiat un mare număr de minereuri și a avut certitudinea existenței unui izotop stabil al elementului 87 în natură. Mai tîrziu, M. Perey a identificat un izotop radioactiv al elementului 87 în familia actiniului. Cu toată munca imensă depusă și cu toate că a sesizat și dovedit prezența elementului 87, pe care ar fi dorit să-l numească moldaviu, meritele au fost atribuite altcuiva, iar elementul a căpătat denumirea de franciu.

Hulubei a avut, de asemenea, o contribuție importantă la identificarea unui izotop natural al elementului 85. În ciuda interesului manifestat față de un halogen greu, „eka-iodul", nu s-au putut obține informații precise despre el. Primele rezultate ferme au fost publicate în 1939, de Hulubei și Cauchois, care identificaseră două linii de emisie în domeniul radiațiilor X ale elementului 85. Mai tîrziu, ei au completat studiul și au controlat rezultatele, dovedind astfel definitiv existența elementului 85. M. Valadares

a confirmat rezultatele lor, iar B. Karlik a arătat că izotopul natural al elementului 85 este $^{218}85$.

Ideea existenței izotopilor cu durata de viață lungă a fost urmărită de Hulubei în cercetările privitoare la elementul transuranian 93. După studiile de reacții induse de neutroni, făcute de Fermi, care bănuia existența elementelor transuraniene, era o mare dezorientare și se găseau puține informații asupra acestor elemente. Horia Hulubei și Yvette Cauchois au pornit la căutarea elementului 93. Considerîndu-l ca „ekarheniu", ei l-au căutat în mineralele de uraniu și de rheniu. Primul eșantion s-a obținut de la o veche mină din Haute Vienne (Franța). Radiațiile X detectate au fost atribuite elementului 93, iar intensitatea lor creștea după tratamentul chimic de îmbogățire în rheniu. Cercetătorii au propus pentru acest element numele de sequanium, dar ceva mai tîrziu el a fost produs în reactoare nucleare în mari cantități, și a fost denumit neptuniu. Fără discuție, lumea științifică a vremii nu avea încă deplină încredere în metodele de cercetare prin radiații X.

Cuanta de radiație

La sfîrșitul secolului trecut problema radiației emise de corpurile încălzite se afla în centrul atenției oamenilor de știință. Apăruseră nebănuite dificultăți în interpretarea distribuției spectrale a radiației termice de echilibru, numită adesea, impropriu, „radiație neagră". În ce consta problema al cărei fir trebuia depănat și la care nu putea fi găsit căpețelul de care să se tragă?

Radiația neagră este radiația conținută în interiorul unei incinte închise, ai cărei pereți sînt menținuți la o anumită temperatură absolută, T. Incinta formează ceea ce se numește corpul negru. Prin raționamente foarte generale de termodinamică, Kirchhoff reușise să arate că radiația neagră nu depinde de natura pereților incintei, ci numai de temperatura T. Ceva mai tîrziu, prin alt raționament, Stefan a arătat că densitatea volumică de energie a radiației incintei care conține radiația neagră crește cu puterea a patra a temperaturii absolute. Legea a fost verificată experimental, iar astăzi ea se numește legea Stefan-Boltzmann.

Care este însă relația care descrie compoziția spectrală a radiației negre? Așadar, se punea imperios problema determinării funcției $\rho(\nu, T)$, adică a „densității spectrale", astfel încît $\rho(\nu, T)d\nu$ să dea densitatea volumică a energiei, pentru intervalul de frecvențe $(\nu, \nu+d\nu)$. Fizicianul Wien a folosit raționamente termodinamice și a putut astfel demonstra că funcția $\rho(\nu, T)$ trebuie să aibă forma

$$\rho(\nu, T)=\nu^3F(\nu/T),$$

unde funcția F nu poate fi determinată pe cale termodinamică. Totuși, pentru a obține funcția F, era necesar să se facă o analiză detaliată a schimburilor de energie dintre materie și radiație, în interiorul incintei aflate la temperatura T. De altfel această analiză părea relativ ușor de făcut, fiindcă teoria electronilor furniza pe atunci o schemă foarte clară pentru fenomenele de emisie și de absorbție a radiației de către materie. Era deci suficient să se facă bilanțul energiilor absorbite de materie la temperatura T și să se exprime faptul că în starea de echilibru există o compensare statistică între procesele de absorbție și cele de emisie. Calculul a fost făcut mai întîi de Rayleigh și a fost verificat de Planck. Rezultatul a fost expresia

$$\rho(\nu, T)=\frac{8\pi k}{c^3}\nu^2T,$$

în care c este viteza luminii, k fiind constanta lui Boltzmann. Același rezultat a fost obținut prin altă metodă de Jeans și Poincaré.

Această lege de distribuție spectrală a energiei din radiația corpului negru a căpătat denumirea de legea Rayleigh-Jeans. Dar, surpriză! Legea nu corespunde deloc cu rezultatele experimentale. Experiențele arătau că la o temperatură T dată, funcția $\rho(\nu, T)$ trebuie reprezentată printr-o curbă sub formă de clopot, deci printr-o curbă care are un maxim. Mărimea $\int_0^\infty \rho(\nu, T)d\nu$, care reprezintă densitatea volumică de energie, în radiația corpului negru, are o valoare infinită, dacă se calculează cu ajutorul legii Rayleigh-Jeans. Experimental, aceeași mărime are o valoare finită, ceea ce este în concordanță cu bunul simț. În fond, nu putem avea o energie infinită pe unitatea de volum.

Așadar, analiza făcută cu ajutorul teoriilor clasice, pentru schimbul de energie între materie și radiație ducea la un eșec total și curînd savanții și-au dat seama că toate teoriile fondate pe ideile clasice ale mecanicii și electromagnetismului duceau la eșec, pentru că ele conduceau la legea Rayleigh-Jeans.

Pentru a se ieși din impas, trebuia să apară în fizică ceva nou. Această noutate, care a bulversat fizica în ultimul an al secolului trecut, a fost adusă de Max Planck.

Max Planck s-a născut la Kiel, la 23 aprilie 1858. Tatăl său, Wilhelm Planck, era profesor de jurisprudență la universitate. Max și-a făcut studiile la München, unde se mutase tatăl său. Orientîndu-se spre matematică și fizică, a urmat apoi cursurile universității din Berlin, unde i-a avut ca profesori pe eminenții savanți Weierstrass, Helmholtz, Kirchhoff. Tînărul Planck a aprofundat lucrările lui Clausius și a reflectat asupra principiilor termodinamicii. A revenit la München și, la 21 de ani (în 1879) și-a susținut teza de doctorat asupra principiului al doilea al termodinamicii. A fost angajat la universitate, ca „privatdozent" și a funcționat 5 ani. În 1885 a fost numit profesor la Universitatea din Kiel și s-a ocupat de teoria disociației electrolitice. Lucrările sale au mers în paralel cu cele ale lui Nernst. În 1889, după dispariția lui Kirchhoff, a preluat postul de profesor de fizică teoretică la Universitatea din Berlin, unde va funcționa timp de 40 de ani. În 1894 a devenit membru al Academiei de Științe a Prusiei. A murit în 1947, la etatea de 89 de ani.

În jurul lui 1900 Max Planck fusese prins în vîltoarea problemei radiației corpului negru. Planck era considerat în acea vreme o mare autoritate în termodinamică și preocupările sale l-au împins evident și spre această dificilă problemă. Voind să dezlege enigma radiației corpului negru, Max Planck se puse pe un studiu îndîrjit. Mai tîrziu, în discursul ținut cu ocazia primirii Premiului Nobel, avea să spună în legătură cu descoperirea sa: „După cîteva săptămîni de muncă din cea mai intensă pe care am făcut-o vreodată în viață, întunericul începu să se destrame și un orizont neașteptat se deschise în fața mea".

Și iată povestea cuantei de energie. Potrivit teoriilor clasice, o sarcină electrică în mișcare periodică, cu frecvența ν, poate emite sau absorbi în mod continuu radiație electromagnetică de frecvență ν. Lui Planck i-a venit ideea formidabilă să abandoneze punctul de vedere clasic și să admită că o sarcină electrică în mișcare periodică, cu frecvența ν nu poate emite sau absorbi energia radiantă decît în cantități finite, de valoare $h\nu$, unde h era o constantă nouă. Bazîndu-se pe această ipoteză, total neortodoxă, el a reușit să demonstreze că funcția $\rho(\nu, T)$ trebuie să aibă forma

$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}.$$

Aceasta este celebra formulă a lui Planck, care duce la o concordanță perfectă cu experiența referitoare la radiația neagră.

Pentru valori mici ale lui $h\nu/kT$, legea lui Planck trece în legea lui Rayleigh-Jeans, iar pentru valori $h\nu/kT$ mari, ea coincide cu formula lui Wien.

Constanta h are dimensiunea unei mărimi care se numește în mecanică „acțiune", deoarece intervine în principiul minimei acțiuni. Așadar, h joacă rolul unui fel de atom de acțiune. De aceea ea a fost denumită cuantă de acțiune.

Constantele h și k pot fi calculate, dacă se compară curbele $\rho(\nu, T)$ teoretice cu cele experimentale. Planck a efectuat potrivirea și a regăsit în mod corect constanta k a lui Boltzmann, iar pentru h a obținut valoarea $h = 6{,}54 \cdot 10^{-34}$ J·s. Descoperirea a avut un succes enorm.

Nu mult după această descoperire răsunătoare, în 1905, Einstein a interpretat efectul fotoelectric folosind ipoteza că orice radiație de frecvență ν este transportată în cuante de mărime $h\nu$. Acest lucru ezitase Planck să-l facă. Și astfel au apărut cuantele de lumină — fotonii.

Utilizînd cuantele în teoria atomului, Niels Bohr a reușit să explice în 1913 structura atomului și să găsească legile emisiei spectrale.

Max Planck a luat Premiul Nobel în 1918. El a deschis larg ferestrele erei moderne în fizică: era cuantică.

Mai notăm numai cîteva cuvinte despre Planck. În anii nazismului, cînd savanți de marcă erau prigoniți în Germania, mulți luîndu-și lumea în cap și părăsind, de

voie, de nevoie, o țară pe care-o considerau natală, lui Planck i s-a propus să ia conducerea Institutului Kaiser Wilhelm. Marele fizician a refuzat net această cinste, în semn de protest împotriva vieții sociale extrem de confuze și împotriva lipsei de libertate a științei în acea perioadă, în Germania.

„Descoperirea" luminii

Ce este lumea? Din ce este alcătuită? Cum se dezvoltă? Iată întrebări care l-au frămîntat pe om din cele mai vechi timpuri. Și, în același timp, unei alte întrebări, ceva mai subtilă, nu i s-a dat secole de-a rîndul un răspuns mulțumitor: ce este lumina?

În istoria luminii și, în general, a radiației s-au vînturat perpetuu două puncte de vedere: unul dintre ele susținea că lumina este alcătuită din particule, iar celălalt, că lumina este alcătuită din unde.

Încă din secolul al V-lea î.e.n. Empedocles din Agrigentum a susținut teoria corpusculară a luminii. El admitea că viteza de propagare a luminii este finită. Mai tîrziu, Platon a admis că vederea este un foc divin, cu un flux de particule emise de ochi, combinate cu razele solare la obiectul de văzut și reîntoarse la ochi, unde produc percepția vizuală. Aristotel definea lumina ca pe o activitate într-un mediu transparent. Mediul dobîndea o calitate instantanee de la obiectul luminos. În jurul anului 300 î.e.n. Euclid concepea lumina compusă din raze care pleacă din ochi, raze în formă de con (cu vîrful în ochiul observatorului) și cu baza determinată de conturul obiectelor vizate. Aceste raze ar fi străbătut spațiul, lăsînd goluri între ele: un obiect mai mic decît distanța dintre două raze ar fi fost invizibil. Euclid a enunțat legea reflexiei și o lege aproximativă pentru refracție. În anii 70 e.n. Ptolemeu din Alexandria arătase că raportul dintre unghiul de incidență și unghiul de refracție este constant, pentru o interfață dată. Lucius Seneca (4—65 e.n.) cunoștea cum culorile sînt produse de lumina albă, la trecerea acesteia printr-o prismă.

Și în evul mediu sînt frămîntate idei asupra luminii. În 1611 Antoine de Daninis susținea că lumina e ceva care se adaugă corpurilor și le dă culoare. Cînd lumina e pură

și scînteietoare, ea ia aspectul focului. Cînd își pierde scînteierea, ea dă culoarea albă. Cînd se amestecă cu impurități, vapori sau fum, ea produce diferite culori: întîi roșu, apoi verde, în fine violet, după proporția dintre substanțele străine amestecate cu lumina. Galilei susținea că lumina presupune mișcarea unui mediu.

Un sistem teoretic explicativ asupra luminii a apărut în fizică abia cînd datele experimentale s-au adunat în cantitate suficientă. Acest lucru s-a produs în secolul al XVII-lea.

Într-adevăr, Snellius și Descartes stabiliseră în mod riguros legile refracției și reflexiei. În 1675 Olaf Römer a găsit valoarea (finită) a vitezei luminii (unii erau încredințați că lumina se propagă instantaneu). În 1650 Grimaldi descoperise fenomenul de difracție. În 1670 Bartholinus observase dubla refracție în cristale.

Prima teorie științifică a luminii a fost elaborată de Isaac Newton. Este teoria emisiunii de particule. În cartea sa *Optica*, din 1704, Newton arată că spațiul este umplut cu un mediu elastic (denumit mai tîrziu eter), capabil să propage vibrații, la fel cum este aerul pentru undele sonore, dar cu viteze de propagare mult mai mari decît viteza sunetului. Eterul este omogen și umple porii tuturor corpurilor materiale. Lumina se propagă de la corpurile luminoase, în mod posibil, dar nu necesar, corpuscular. Reflexia, refracția și inflexia (așa numea Newton difracția luminii) provin de la cuplarea luminii cu straturile de eter, la interfețe. Viteza luminii în medii optic dense era presupusă mai mare decît în vid.

Orice corp luminos, susținea Newton, aruncă niște corpusculi de lumină, care se propagă rectiliniu și cu viteză constantă în vid, pînă cînd întîlnesc alte corpuri pe care le luminează căzînd pe ele. Senzația de lumină e provocată de presiunea acestor corpusculi care cad pe retină. Culoarea corespunde unui anumit fel de corpusculi, iar intensitatea luminii este dată de numărul de corpusculi care cad pe unitatea de suprafață, în unitatea de timp. Pentru fenomenul de refracție Newton introduce o ipoteză ajutătoare: în materie corpusculii sînt supuși unor forțe corpusculare doar la suprafața de separare a două medii. Componenta tangențială trece în mod continuu prin suprafața de separare, pe cînd cea normală, în mod dis-

continuu (se mărește cînd lumina trece într-un mediu mai dens optic, astfel încît direcția de propagare se apropie de normală).

Rezultatul lui Newton este contrar experienței lui Foucault (1854), care arăta că viteza luminii în apă este mai mică decît cea din aer. Dar astăzi se știe că nepotrivirea se datorește faptului că Newton vorbea de viteza de grup, pe cînd Foucault a măsurat viteza de fază.

Descompunerea unei raze în două raze, una reflectată și alta refractată, era greu de explicat pentru Newton, cu ajutorul teoriei emisiunii. Newton atribuia corpusculilor luminoși proprietăți de periodicitate, așa încît unii să fie mai ușor reflectați, iar alții să fie lăsați să treacă prin suprafața de separare. El și-i închipuia sub formă de cuburi, care se rotesc în jurul unei axe proprii, astfel încît să prezinte cînd o muchie, cînd o față, în direcția de propagare.

Simultan cu teoria emisiunii, a lui Newton, a apărut teoria ondulatorie, a lui Christiaan Huygens (1629—1695). În 1678 Huygens a dezvoltat o teorie a luminii analoagă celei a propagării undelor sonore. Huygens stăpînea legile mecanice ale ciocnirilor (el le descoperise primul). El concepea lumina ca pe un efect al impulsurilor care pornesc de la sursa luminoasă, se propagă din aproape în aproape, deci cu viteză finită, într-un mediu special, eterul. Propagarea se face ca ciocnirile unui șir de sfere elastice care se ating.

Propagarea acestor impulsuri efectuîndu-se neperiodic (pentru că Huygens nu spune niciodată nimic de periodicitate) și cu viteză finită, după un timp dat, în medii omogene și izotrope, toate impulsurile se vor găsi pe o sferă cu centrul în sursa luminoasă. Astfel a introdus Huygens noțiunea de suprafață de undă. În acest fel, propagarea luminii se explică prin principiul care-i poartă numele: „fiecare particulă a mediului în care se propagă lumina (unda) va transmite mișcarea sa nu numai particulei următoare, care se va găsi pe dreapta care unește sursa cu particula, ci se transmite de jur împrejur, tuturor particulelor care vin în contact cu ea, astfel încît în jurul fiecărei particule se formează o undă sferică, cu centrul în particulă. Înfășurătoarea acestor unde elementare definește suprafața de undă".

Propagarea rectilinie se poate deci explica prin direcția normală de propagare la suprafețele de undă. Dar apare dificultatea explicării propagării după colțurile obiectelor, adică explicarea difracției luminii, pe care Huygens nu o cunoștea. Reflexia și refracția se pot explica ușor. Fenomenul de ocolire a obstacolelor (difracția) apare și în cazul luminii.

Cea mai mare lipsă a teoriei lui Huygens consta în faptul că undele luminoase nu erau subordonate unor fenomene periodice. Dacă s-ar fi întîmplat altfel, atunci Huygens ar fi putut explica fenomenul de difracție și descompunerea luminii. Însă periodicitatea s-ar fi legat mai curînd de o mișcare sinusoidală și nu de una de translație.

Un salt în explicarea fenomenelor luminoase este făcut de Euler, în 1760. Euler a luat teoria eterului, a lui Huygens, și a legat ideea periodicității de cea a teoriei ondulatorii, atribuind fiecărei culori o frecvență determinată. Teoria este revizuită după descoperirea interferenței luminii (Young, 1815) și a polarizării (Malus, 1809, și Brewster, 1813).

Fenomenul de polarizare a luminii prin reflexie a fost descoperit de fizicianul francez Etienne L. Malus, în 1809. Tînărul savant era preocupat de legile opticii geometrice și, în particular, de mersul razelor de lumină prin cristalele birefringente. Într-o zi, pe cînd se afla în locuința sa din strada Infernului (din Paris), a privit printr-un cristal de spat de Islanda ferestrele palatului Luxemburg, luminate de soare și a constatat, nu fără mirare, că rotind cristalul în jurul său, fiecare dintre cele două imagini (caracteristicele cristalelor birefringente) dispăreau una după alta. Această observație întîmplătoare a căzut pe un teren fertil, gata pregătit; Malus a recunoscut imediat că fenomenul era legat de reflexia luminii, care se făcuse pe ferestre, și a dedus rapid teoria polarizării prin reflexie (după cîteva experiențe).

Studiul său a atras atenția numeroșilor fizicieni ai timpului, care l-au analizat și pe care l-au explicat cu cîțiva ani mai tîrziu Fresnel și Young, folosind teoria transversalității razelor de lumină.

August Fresnel (1788—1827) a dezvoltat o teorie ondulatorie a mișcării periodice. El considera că undele lui Huygens ar fi vibrații periodice ale particulelor ce com-

pun mediul, care este sediul fenomenelor luminoase — eterul. Așadar, undele se transmit nu prin ciocniri periodice, ca în teoria lui Huygens, ci prin oscilațiile particulelor în jurul pozițiilor de echilibru. Deci undele lui Fresnel erau în mod necesar și longitudinale și transversale. Dar undele transversale pot exista în natură numai în corpurile solide și de aceea Fresnel trebuia să admită că eterul avea proprietățile unui corp solid. Cu toate acestea, mai supărătoare era existența undelor longitudinale, deoarece fenomenul de polarizare exclude prezența lor (nu permite simetrie în jurul direcției de propagare). Atunci volens-nolens Fresnel a conceput eterul ca pe un mediu incompresibil, astfel încît viteza undei longitudinale să fie infinită și deci această undă să nu aibă dreptul să existe; Fresnel a introdus ipoteza unei forțe elastice, care acționează asupra particulelor de eter, făcîndu-le să oscileze în jurul poziției de echilibru. Cu aceasta, el explica elegant reflexia, refracția, dubla refracție, reflexia totală.

Ulterior s-au dezvoltat teoriile mecanice ale luminii, sub formă strict analitică (L. Neumann, 1832).

O ultimă încercare de a salva eterul elastic al lui Fresnel a fost întreprinsă de W. Thomson, prin eliminarea undei longitudinale, fără a clarifica condițiile la limită dintre două medii diferite. Eterul devenise acum o spumă eterogenă, fără aer.

În 1872 Cournot scria: „Teoria optică a lui Fresnel nu are nici o legătură cu teoria căldurii a lui Fourier, nici cu teoria lui Coulomb sau a lui Poisson, nici cu teoria lui Ampère, deși cel mai important obiectiv al fizicii actuale este tocmai acela de a dovedi că toate aceste fenomene — optice, termice sau magnetice — au între ele cele mai intime legături".

Misiunea de a realiza această sinteză i-a revenit lui James Clerk Maxwell (1831—1879). El a fost geniul care a dezvoltat teoria electromagnetică a luminii. El a formulat matematic noțiunea de cîmp și legile electromagnetismului. Printr-o generalizare teoretică îndrăzneață, el a afirmat că lumina s-ar identifica exact cu perturbațiile ondulatorii, electromagnetice, emise de corpurile care sînt sediul oscilațiilor electrice. Deosebirea dintre undele electromagnetice și cele luminoase consta doar în valoarea lungimii de undă.

Meritul esențial al lui Maxwell a constat în faptul că a stabilit o legătură între eterul răspunzător de acțiunea electromagnetică și eterul lui Fresnel. Maxwell scria: „Să umpli spațiul cu un nou mediu de fiecare dată cînd trebuie explicat un nou fenomen, nu este un procedeu prea filozofic. Dimpotrivă, dacă prin intermediul a două ramuri independente ale științei ajungem la ipoteza unui aceluiași mediu și dacă proprietățile pe care trebuie să le atribuim acestui mediu pentru a explica fenomenele electromagnetice se dovedesc de aceeași natură cu cele pe care ar trebui să le atribuim eterului luminos pentru a explica fenomenele naturii, motivele noastre de natură fizică de a crede în existența unui asemenea mediu vor fi confirmate". În concepția lui Maxwell eterul nu mai era doar un mediu inert, care asigura transmiterea mișcărilor. Eterul se caracteriza printr-o energie atît de tipul potențial, de exemplu energia cîmpului electric, cît și de tipul cinetic, de pildă energia cîmpului magnetic.

Înglobarea undelor luminoase în cele electromagnetice era rațională și pentru că cel puțin două fapte experimentale, realizate în acea vreme, susțineau acest fapt. În primul rînd, cîmpul electrostatic și cîmpul datorat curenților de deplasare nu puteau fi independente. Un cîmp nu poate exista singur decît dacă este invariabil. Modificarea unuia atrage după sine existența celuilalt. Mișcarea unei sarcini de exemplu, produce un cîmp electric și unul magnetic, perpendiculare unul pe altul și pe direcția de propagare. Maxwell a stabilit legea care leagă aceste două cîmpuri și legea care dă valoarea curentului de deplasare. Dacă teoria era exactă, raportul dintre unitățile electromagnetice de curent și unitățile electrostatice trebuie să fie egal cu viteza unei perturbații electromagnetice în vid și, în particular, cu viteza luminii. Raportul dintre aceste valori putea fi determinat cu precizie. Apoi, încă din 1849 Fizeau realizase o determinare a vitezei luminii. Prin compararea celor două rezultate numerice, Maxwell a conchis că există o identitate între vibrațiile luminoase și cele electromagnetice. În al doilea rînd, identitatea luminii cu fenomenele electromagnetice urma să fie dovedită într-un mod și mai spectaculos. În 1885 Hertz a reușit să producă unde cu lungimea de undă de 1 m. Aceste unde prezentau binecunoscutele fenomene de reflexie și de re-

fracție. Viteza lor era egală cu cea a luminii, iar producerea undelor ultrascurte privea un domeniu care se apropia încetul cu încetul de domeniul infraroșu. De acum înainte, lumina rămînea acceptată în domeniul undelor electromagnetice.

În teoria propagării luminii și a undelor electromagnetice, în general, mai rămînea de lămurit un punct important: exista într-adevăr un suport al propagării undelor și al corpurilor în general? Adică exista sau nu eterul? Sinteza lui Maxwell asimila eterul lui Fresnel cu eterul electromagnetic. Cu toate acestea, Maxwell se ferea să insiste asupra structurii acestui suport, iar straniile lui proprietăți erau lăsate în umbră. Disputele, cu argumente plauzibile din partea fiecărei tabere aflate în lupta pentru adevăr, se duceau în jurul a trei chestiuni: eterul era total antrenat, în special în fenomenele luminoase, de către materia în mișcare, eterul era imobil și, bineînțeles, o teorie intermediară, eterul era parțial antrenat de către materia în mișcare.

Renunțînd la orice previziune asupra caracterului particular al eterului, aberante în aparență și mai mult sau mai puțin nedovedite, se părea că cercetătorii erau îndreptățiți să spere că experiența va face cunoscută măcar una dintre proprietățile lui indispensabile: aceea de a constitui un mediu material care scaldă corpurile în mișcare și a cărui cinematică este în acord cu principiile clasice. În cazul acesta, mișcarea corpurilor materiale ar trebui să manifeste efecte de „vînt de eter“, cu atît mai evident, cu cît corpurile se mișcă mai repede. Experiențele ar fi trebuit să dovedească faptul că eterul este antrenat sau parțial antrenat.

O pleiadă de fizicieni s-au lansat în efectuarea de experiențe din care să rezulte existența vîntului de eter. Experiențe în care interveneau efecte de ordinul întîi (adică în care intervenea raportul dintre viteza unui corp v și viteza luminii c, v/c) dovediseră clar absența vîntului de eter. Rămînea de văzut dacă experiențele în care interveneau efectele de ordinul doi (adică în care apărea raportul v^2/c^2) pot pune în evidență vîntul respectiv. Primele încercări asupra efectelor de ordinul doi au fost realizate de Michelson, în 1881, și apoi de Michelson și Morley, în 1887. Precizia măsurătorilor era suficient de mare

pentru a da posibilitatea manifestării unui asemenea efect. Cu toate acestea, rezultatele au fost complet negative. Experiențe efectuate mai tîrziu (deoarece, se pare, ambiția savanților este deosebit de mare; ei nu voiau să abandoneze teoria eterului antrenat sau măcar parțial antrenat), în condiții îmbunătățite, de către Kennedy (1926), Illingworth (1927), Piccard și Stahel (1928), Joos (1930) urmau să conducă și ele la rezultate negative.

Concluzia ar fi fost existența unui eter imobil, teorie bine susținută și consacrată de Lorentz. Dar, în același timp, în forma ei definitivă, teoria lui Lorentz stabilea imposibilitatea riguroasă, nu numai de fapt, ci și de drept, de a pune în evidență, cu ajutorul unei experiențe fizice oarecare, existența acestui eter. Impasul rămînea major, iar urmarea este că și în zilele noastre se caută existența acestui eter, eventual cu particulele lui specifice, eteronii, așa cum alți cercetători caută particulele proprii cîmpului gravific.

Mecanica cuantică ne spune astăzi că atît teoria corpusculară, cît și cea ondulatorie a luminii sînt valabile. Se vorbește despre dualitatea corpuscul-undă și nu numai în legătură cu fenomenele luminoase.

Pînă spre 1900 societatea oamenilor de știință (cea a fizicienilor, despre ei fiind vorba aici) nu putuse lua încă nici o decizie, mai mult sau mai puțin definitivă, în privința caracterului luminii. Cînd era victorioasă teoria discontinuă, corpusculară, cînd cea continuă, ondulatorie.

Teoria cuantelor, pe care Planck, într-o străfulgerare de geniu o introdusese în 1900 și pe care Einstein o extinsese sub o formă nouă, în teoria sa despre cuantele de lumină, depășea și, într-un anumit sens, completa ipoteza atomică. Succesul teoriei cuantelor de lumină dovedea că discontinuitatea nu există numai în structura substanței, ci și, sub o formă dificil de interpretat, în structura luminii și a tuturor radiațiilor. Ea părea să se extindă într-un mod cu totul neașteptat chiar și la mișcări. În acest mod, această ciudată teorie a cuantelor, care obținea în fiecare zi noi succese, în special în interpretarea unor fenomene inexplicabile pînă atunci, părea să-i împingă pe „atomiști“ mult peste limita la care ei ar fi dorit poate să se oprească.

Sensul profund al acestei mari revoluții a fizicii părea clar: ea însemna că reprezentările de unde și de corpusculi (particule), folosite într-un anumit moment de teoreticienii fizicii separat în diferite domenii (undele pentru propagarea luminii și a radiațiilor, corpusculii pentru cea a materiei și a structurii sale, să zicem) trebuia să intervină în realitate amîndouă, în toate domeniile. Dar cum se putea realiza o asemenea sinteză, în care trebuie să intervină, fără nici o îndoială, acea misterioasă „constantă a lui Planck"?

Pînă la urmă sinteza a fost realizată de Louis de Broglie (1892—1970), în 1924. El a stabilit o corelație precisă între mișcarea unei particule și propagarea unei unde în care intervine constanta lui Planck și a reușit să demonstreze că această legătură permite să se înțeleagă multe lucruri rămase pînă atunci foarte misterioase. Ideile au fost dezvoltate matematic de Schrödinger, în 1926, apoi au fost confirmate experimental de descoperirea fenomenului remarcabil al difracției electronilor, în 1927, și stau la baza a ceea ce se numește astăzi mecanica ondulatorie.

Însă aceste imense realizări nu și-au căpătat un statut atît de clar cum ar părea să rezulte din ultimul alineat. În realitate, au mai persistat multă vreme unele îndoieli asupra ideilor novatoare. În susținerea acestor propoziții să-i dăm cuvîntul lui L. de Broglie. Iată ce scria el în 1964: „în momentul de față este legitimă întrebarea dacă interpretarea formală și pur statistică, impusă acum 30 de ani mecanicii ondulatorii, care a înlăturat toate imaginile concrete și inteligibile, ar fi la originea decepțiilor noastre. În acest scop și în legătură cu lucrările lui D. Bohm și J. P. Vigier, după 1952 am încercat să reiau ideile mele din 1926—1927, care tind să prezinte corpusculul într-un mod concret, ca un „accident" localizat, înglobat în structura unei unde extinse, cu caracter fizic, și să obțin astfel o reprezentare clară și inteligibilă a asociației undelor cu corpusculii, oarecum analoagă cu imaginile pe care le utiliza vechea fizică. În lucrări de un mare interes, care sînt încă în curs de efectuare, Bohm și Vigier au încercat să completeze această imagine admițînd că vidul este sediul unui mediu ascuns, cu structură turbionară și violent haotic: particulele și undele care ar fi încorporate în el ar putea fi considerate ca niște suprastructuri care apar, la nivelul microfizic, la suprafața acestui substrat profund. Aceste încercări sînt deosebit de promițătoare și merită să fie continuate". Iar în 1966, în volumul *Certitudinile și incertitudinile științei,* „adaugă": „Deci de aproape zece ani mă tot întreb dacă interpretarea actualmente admisă a mecanicii ondulatorii este într-adevăr definitivă și dacă dincolo de succesele sale certe și de rigoarea sa aparentă, ea nu ne ascunde adevărata natură profundă a coexistenței undelor și corpusculilor. (. . .) Mă găsesc deci astăzi într-o poziție destul de curioasă. Am fost, acum vreo 40 de ani, unul dintre inițiatorii mecanicii ondulatorii și ai fizicii contemporane. Am fost martor, nu fără oarecare surpriză, al succesului extrem de rapid al concepțiilor mele, al strălucitei lor verificări experimentale și al prodigioaselor dezvoltări pe care le-au avut în cele mai diverse domenii. Și totuși, nu sînt mulțumit. În primăvara vieții mele am fost obsedat de problema cuantelor și a coexistenței undelor și corpusculilor în universul microfizic: am făcut eforturi decisive, dar totuși incomplete, pentru a-i găsi soluția. Astăzi, în toamna existenței mele, aceeași problemă continuă să mă preocupe, deoarece, în ciuda atîtor succese obținute și a drumului parcurs, nu cred că enigma a fost într-adevăr rezolvată. Viitorul, un viitor pe care fără îndoială nu-l voi apuca, va tranșa poate chestiunea: el va spune dacă punctul meu de vedere actual este eroarea unui om ajuns la o vîrstă destul de înaintată, care rămîne legat de ideile sale din tinerețe, sau dacă, dimpotrivă, el exprimă clarviziunea unui cercetător care a reflectat în decursul întregii sale vieți asupra problemei celei mai fundamentale a fizicii contemporane".

Un accident norocos

Unul dintre motivele studierii istoriei științei este și acela de a „radiografia", prin exemple, modul în care au apărut marile descoperiri ale omenirii. Căile descoperirii sînt rareori directe și, în această privință, istoria difracției electronilor este grăitoare.

În perioada anilor '20 ai secolului nostru situația în fizică era complicată. Bătrînul Sir Bragg spunea, cu umorul care-l caracteriza: „lumina se comportă ca undă lu-

nea, miercurea și vinerea, se comportă ca particulă marțea, joia și sîmbăta și cu nimic asemănător duminica!".

La Bell Telephone Laboratories, Clynton J. Davisson și colaboratorii săi se ocupau cu studiul electronilor care ies din suprafețele metalice, cînd acestea sînt bombardate cu electroni de diferite energii. De bună seamă, nu era un subiect nou și nici nu se părea că va duce la rezultate grozav de interesante.

Davisson și C. H. Kunsman și-au publicat rezultatele în numărul din noiembrie 1921 al revistei „Science". Era prima lor lucrare. Ei descoperiseră că, la incidență normală pe o țintă policristalină de nichel, care ar fi trebuit să ducă la o simetrie circulară a electronilor împrăștiați, se formau două regiuni în care concentrația de electroni pe unitatea de unghi solid era substanțial mai mare decît în alte zone. Figura obținută era considerabil diferită de cea obținută la împrăștierea radiațiilor α, dar în fond electronii nu erau radiații α și, în plus, electronii utilizați aveau energii de sute de electron-volți și nu de milioane, ca în cazul particulelor α. Chiar la unghiuri mari, împrăștierea s-a putut produce prin ciocniri cu electroni individuali sau cu . . . grupuri de electroni.

Nichelul are 28 de electroni. Davisson presupunea că aceștia formează două pături sferice, concentrice, uniform încărcate electric. Cu această imagine problema putea fi tratată în limitele electrodinamicii clasice. Davisson scria: „În cazul nichelului, principalele aspecte ale curbelor de distribuție a electronilor împrăștiați, în care este inclus și maximul lateral, de poziție variabilă, sînt explicabile dacă se presupune că atomul de nichel are electronii situați pe două straturi".

Davisson a continuat cu studiul altor materiale, inclusiv platina policristalină (1923); aceasta din urmă prezenta și mai multe „piscuri" și „văi". În 1925 cercetătorul s-a reîntors la nichel, iar în aprilie 1925 s-a produs un „accident", care a devenit cu adevărat faimos.

Iată povestirea depănată de însuși Davisson: „În cursul experienței a explodat o butelie cu aer lichid, în momentul în care ținta se afla la temperatură înaltă; tubul de legătură s-a rupt, iar ținta a fost puternic oxidată de aerul care a pătruns în interior. Pentru redobîndirea probei s-a făcut reducerea oxidului, iar un strat din țintă a

fost înlăturat prin vaporizare, dar numai după încălzire prelungită la temperaturi mari, în hidrogen și vid. Cînd experiențele au fost reluate, s-a găsit că distribuția unghiulară a electronilor împrăștiați s-a schimbat complet. Această schimbare marcată a figurii de împrăștiere a fost atribuită unei recristalizări a țintei, care se produsese în timpul încălzirii prelungite. Atît înainte de accident, cît și în experiențele precedente, noi bombardasem foarte multe ținte mici, dar în experiențele ulterioare am bombardat numai cîteva cristale mari. Numărul lor era de 10".

Într-o scrisoare la revista „Naturwissenschaften" Elsasser sugera în 1925 că s-ar putea stabili natura electronilor, studiind interacțiunea acestora cu cristalele și a dat drept exemplu lucrarea lui Davisson și Kunsman cu cristalele de platină.

Davisson a trecut cu vederea nota lui Elsasser, fiindcă nu credea că teoria lui Elsasser asupra experienței sale era adevărată. Așadar, această notă nu a influențat de fel cursul cercetărilor.

Prin urmare, marea descoperire a început abia după mai sus relatatul accident cu bucata policristalină de nichel, care a sugerat că monocristalele ar putea prezenta efecte interesante. Cînd s-a luat decizia să se facă experiențe cu probe monocristaline, s-a bănuit că vor fi descoperite „direcțiile transparente" pentru electroni, din rețeaua cristalină.

În 1926 Davisson a avut norocul să viziteze Anglia și să participe la o conferință a Societății Britanice pentru Progresul Științei, la Oxford. El a luat cu sine cîteva desene cu curbele de împrăștiere, măsurate pe monocristale, iar acestea arătau o împrăștiere surprinzător de slabă. Era uimitor faptul că electronii erau foarte rar deflectați. Davisson a arătat curbele lui Born, lui Hartree și probabil lui Blackett. Born a chemat și pe alt fizician de pe continent să vadă curbele (probabil pe Franck) și a izbucnit o furtunoasă discuție în legătură cu toate acestea.

La întoarcerea din călătoria de peste ocean, Davisson și-a petrecut timpul încercînd să înțeleagă lucrările lui Schrödinger, deoarece avea o vagă bănuială (probabil consecința discuției de la Oxford) că explicația ar putea proveni din aceste lucrări.

În toamna lui 1926 Davisson a calculat pozițiile în care ar fi trebuit să cadă fasciculele de electroni, le-a căutat apoi febril în curbele reale, dar... nu le-a găsit. Atunci și-a pus la punct un program complet de cercetare și, la 6 ianuarie 1927, a obținut fascicule puternice de electroni împrăștiați, datorită acelor linii de rețea ale atomilor superficiali. În aceeași lună el calculase pozițiile teoretice ale acestor fascicule.

Rezultatele obținute au fost publicate în revista „Nature“, din aprilie 1927, sub forma unei scrisori semnate de Davisson și Germer, și în „Physical Revue“, din decembrie 1927. Acesta a fost actul de naștere al difracției electronilor.

Experiențele de difracție cu electroni de energie joasă, ale lui Davisson și Germer, precum și cele ale lui Sir George Thomson, de la universitatea din Aberdeen, cu electroni de energie înaltă, în intervalul 20—60 keV, au dovedit că electronii împrăștiați de atomii corpurilor solide se comportă ca unde, de lungime de undă dată de celebra relație a lui de Broglie, $\lambda = h/p$ (h fiind constanta lui Planck, p — impulsul electronilor, iar λ — lungimea de undă a undei asociate fasciculului de electroni), în sensul că acești electroni pot fi detectați în locul în care aceste unde (asociate, cum spuneam, electronilor) dau maxime de interferență.

În ciuda ironiei lui Bragg, începea să se împlinească și să se rotunjească recunoașterea teoriei duale a fenomenelor explicabile cu ajutorul mecanicii cuantice.

Festa radiațiilor cosmice

În constituția substanței intră particulele așa-zise elementare (electronul, protonul, neutronul) și antiparticulele (adică particule cu „proprietăți“ opuse particulelor propriu-zise; ele pot apărea în cursul reacțiilor nucleare).

Prima antiparticulă descoperită a fost pozitronul. Descoperirea pozitronului a marcat începutul unei ere noi în fizica particulelor subatomice.

Povestea descoperirii pozitronului începe în anul 1930, cînd fizicianul american Carl Anderson a fost chemat în birou la bătrînul și marele Robert Millikan (a cărui profunzime de idei era bine cunoscută), pentru a discuta realizarea unui nou aparat, în scopul măsurării și înregistrării radiațiilor cosmice. Încă din 1927 fizicianul sovietic D. Skobelțîn remarcase urme ale radiațiilor cosmice, care apăreau în mod misterios în camera cu ceață, aparat special conceput pentru studiul radioactivității. Millikan a sugerat atunci că ar trebui plasată o cameră cu ceață în cîmpul unui electromagnet foarte puternic, pentru a putea măsura astfel energia radiațiilor cosmice.

La propunerea lui Millikan, Anderson a proiectat aparatul pentru scopul propus. Bobinele electromagnetului constau din tuburi de cupru, sudate, pentru a conduce atît curentul, cît și apa de răcire din interior. După săptămîni de lucru a fost realizat electromagnetul, care cîntărea nu mai puțin de două tone. Între cele două bobine ale electromagnetului a fost așezată camera cu ceață. Anderson adusese îmbunătățiri camerei cu ceață. Aplicînd o metodă originală de introducere a vaporilor de alcool printre vaporii de apă, a făcut ca urmele foarte fine ale particulelor ionizante să devină strălucitoare și să poată fi fotografiate în lumina unui arc electric puternic.

Pentru acționarea camerei cu ceață Carl Anderson a proiectat un sistem special, care permitea pistonului să se miște brusc în vid, mișcarea terminîndu-se cu un zgomot puternic, ca de explozie. În următorii 40 de ani, la Caltech (Institutul de Tehnologie din California) a răsunat mereu în laboratorul de radiații cosmice acest zgomot puternic.

Magnetul era alimentat de un generator de 425 kW (a zecea parte din puterea electrică a alimentării întregului campus universitar, în 1980). Acesta ducea la un cîmp cu inducția de 17 000 gauși (1,7 tesla). Punînd generatorul la limita puterii lui, de 600 kW, pentru intervale scurte de timp s-au obținut cîmpuri intense, de 25 000 de gauși (2,5 tesla). Atunci din magnet ieșeau norișori de aburi, ceea ce a făcut ca în ziarele locale să apară comentarii neliniștite privind vaporii de substanțe ce veneau de la campus peste bulevardul Victoria, pînă jos, la Arden Road.

Se lucra adesea în cursul nopții, cînd puterea necesară pentru restul campusului era mai mică. Electromagnetul era rotit, în camera cu ceață se realiza compresiunea și ea era pregătită de înregistrare, dar nu se putea ști cînd sosește o radiație cosmică. Pentru a putea fi făcută

vizibilă, radiația trebuia să traverseze camera doar în cursul unei fracțiuni de secundă, timp în care camera era sensibilizată după dilatarea gazului. Anderson se baza desigur pe șansă. Ciclurile de lucru se repetau fără răgaz, noapte de noapte. Comprimarea, flashul lămpii, pocnetul ca de explozie, așteptarea grea, pînă cînd filmul era scos, iar camera era adusă din nou la echilibru. În fiecare noapte generatorul huruia, iar flashul strălucitor străpungea cerul nopții deasupra campusului universitar. S-au realizat mii de poze și numai unele dintre ele (foarte puține) indicau urme de radiații cosmice. În vara anului 1931 valorile energiilor radiațiilor cosmice măsurabile au putut fi împinse de la 15 MeV la 5 GeV.

În afara valorilor energiilor s-a putut determina semnul sarcinii purtate de particulă, din curbarea traiectoriei la stînga sau la dreapta în cîmpul magnetic, cunoscîndu-se totodată direcția de mișcare a particulei cosmice. Acest lucru este relativ ușor de făcut, pentru că toate particulele cosmice vin de sus și au o probabilitate mică de a fi reflectate în sus.

Particulele cu sarcină pozitivă și cele cu sarcină negativă apăreau cu frecvență egală, ceea ce conducea inevitabil la ideea că aceste particule erau protoni și electroni, singurele particule cunoscute pe atunci. Mai rămînea însă un factor important. Particulele „lente", care călătoreau cu 95% din viteza luminii, dădeau urme groase, dacă erau grele. Informațiile asupra vitezei și energiei particulei permiteau calcularea masei ei. Multe dintre particulele lente își curbau traiectoria spre dreapta, indicînd faptul că era vorba despre o particulă pozitivă, dar erau prea ușoare pentru a fi protoni și deci erau considerate electroni care se deplasează în sus. Carl Anderson îi spunea lui Millikan: „Nu te-ai fi așteptat, dar trebuie să fie electroni, care se deplasează în sus!" Millikan i-a răspuns că acest lucru pare ridicol. Ei nu se prea pot mișca în sus. Asta însemna că aveau de a face cu protoni.

Pentru a-și întări și confirma presupunerea, Anderson a avut o idee genială. El a introdus în camera cu ceață o placă de plumb, astfel încît o urmă de particulă să fie văzută cînd intră în placă și cînd părăsește placa. Deoarece particula pierde energie la trecerea prin placă, atunci curbura traiectoriei după părăsirea plăcii ar trebui să fie

mai mare decît înainte de pătrunderea ei în placă. Așadar, se putea ști precis sensul de deplasare a particulei. Iată o soluție simplă și directă a problemei.

La 2 august 1932 un student, Everett Cox, a urcat scările în camera foto de peste East Bridge și a developat filmul unei experiențe. Carl Anderson s-a uitat prin diascop, desfășurînd încet, încet filmul, clișeu după clișeu. O singură radiație cosmică, în centrul unuia dintre clișee, trecea prin placa de plumb și ieșea, direcția mișcării fiind indicată clar prin creșterea curburii. Și particula se deplasa spre interiorul camerei.

Printr-o ciudată festă cosmică, în acest eveniment cu adevărat istoric, radiația cosmică se deplasa în sus. Dar ceea ce era foarte important consta în faptul că direcția mișcării, combinată cu sensul curburii, determina semnul particulei și, nu era nici o îndoială, sarcina particulei era pozitivă. Curbura mare și densitatea de luminozitate a urmei indicau foarte clar că era vorba de masa unui electron.

Everett Cox era contrariat. Oare a fost pus filmul pe dos în aparat?! Anderson a înțeles că totul era corect, dar că avea de a face cu un electron pozitiv (fig. 11). Descoperirea existenței pozitronului fusese realizată.

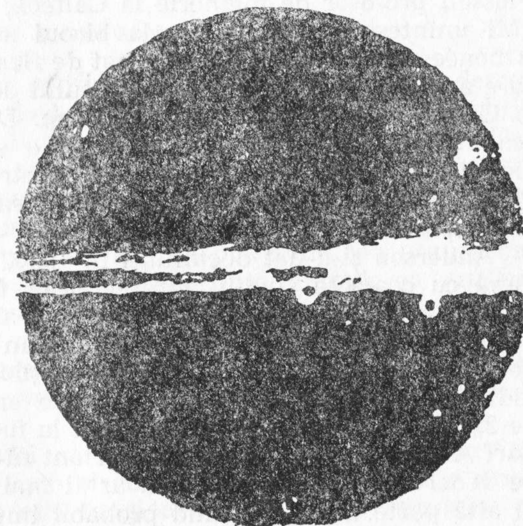


Fig. 11.

Demonstrația existenței pozitronului a fost magistrală. Și totuși, ilustrul Rutherford nu a crezut în existența pozitronului, pînă în momentul în care Blackett și Occhialini au publicat lucrări similare cu ale lui Anderson, în februarie 1933.

R. H. Fowler i-a scris lui Millikan următoarea scrisoare:

„Dragă Millikan,

Tocmai am primit o scrisoare de la Rutherford, care descria unele dintre lucrările lui Blackett, ce ar putea să te intereseze pe tine și pe Anderson. Ei au capitulat în problema electronilor pozitivi și Rutherford este de acord cu Anderson că printre particulele cosmice ionizante, observate în camera cu ceață există particule cu sarcina pozitivă și cu masa egală cu cea a electronului. Eu cred că Blackett a confruntat multe fotografii ale unor urme de acest fel, cu cele ale lui Anderson, încît el nu mai poate rezista acestei concluzii interesante și răscolitoare. Fotografiile lui Blackett vor apărea în „Proceedings of the Royal Society“, în martie. Am de ținut o conferință.

Sincer, R. H. Fowler

Viva Caltech și Cavendish Laboratory!“

În legătură cu acest mare eveniment științific, Milton Plesset, profesor de inginerie la Caltech, scria mai tîrziu: „Mi-amintesc că plecam de la biroul meu din Bridge Athénée seara și eram impresionat de flashurile de lumină care apăreau la ferestrele laboratorului de la ultimul etaj, la Guggenheim, unde lucra Anderson. El a folosit clădirea aeronauticii, fiindcă acolo avea o sursă de energie electrică suficient de mare pentru electromagnetul lui și lucra noaptea, singura perioadă cînd avea suficientă energie disponibilă“.

Anderson și-a dat doctoratul în 1930, lucrînd cu o cameră cu ceață la studiul proprietăților fotoelectrice produse de radiațiile Röntgen. El apelase la Millikan pentru a-l sprijini și pentru a-i aproba un an de stagiu post-doctoral, în scopul studierii proprietăților de absorbție a radiației elementului thoriu C″, care emitea radiații γ, de 2,6 MeV. Millikan nu i-a aprobat la început cererea lui Carl Anderson, arătînd că e important să-și facă un punct de vedere mai larg și deci că ar fi mai bine să lucreze în altă parte. Apoi, sesizînd probabil importanța camerei

Wilson pentru a lămuri chestiunile legate de radiația cosmică, s-a răzgîndit și, mai mult, l-a convins pe Anderson să rămînă la Caltech și să construiască un supermagnet nou. Nesprijinind studiul elementului Th C″, propus de Anderson, Millikan a întîrziat cu un an descoperirea pozitronului, care ar fi rezultat sigur din acest studiu. Pe de altă parte, îndreptînd atenția lui Anderson către radiațiile cosmice va fi accelerat descoperirea mezonului.

În 1936 (pe cînd avea 31 de ani) Carl David Anderson a primit Premiul Nobel pentru descoperirea pozitronului.

În legătură cu descoperirea pozitronului mai notăm următoarele. Teoria lui Dirac prevăzuse posibilitatea existenței unui electron pozitiv, dar nu a jucat nici un rol în această descoperire. Deși descoperirea lui Anderson a fost surprinzătoare, ea nu a fost rezultatul unei simple șanse. Experiențele au fost planificate riguros și s-a cheltuit mult efort și mult timp pentru a ajunge la rezultat.

Din 1932 încoace știința s-a dezvoltat enorm. S-au făcut descoperiri în lanț de antiparticule. Astăzi, fiecare particulă are antiparticula ei. Naturii îi este proprie simetria (în afara substanței vii). De ce oare nu ar exista și un univers de antimaterie?

Ziua de naștere a erei atomice

Transformarea artificială a elementelor fusese descoperită de Rutherford în jurul lui 1920. La 9 decembrie 1916 Rutherford îi trimisese o scrisoare lui Bohr, în Danemarca, în care arăta tentativele sale de a rupe atomul. Între altele, în ea era și următorul pasaj: „Descopăr și număr atomii puși în mișcare de particulele α și aceste rezultate mi se pare că aruncă o lumină vie asupra caracterului și repartiției forțelor din apropierea nucleului. Încerc, de asemenea, să mă servesc tot de această metodă pentru a rupe nucleul. În cursul uneia dintre experiențele mele am obținut rezultate care îmi păreau încurajatoare, dar vor mai trebui multe eforturi pentru a le confirma“.

Ideea faimoasei sale experiențe i-a venit observînd într-o cameră Wilson și cu un contor cu scintilație urme enigmatice, mult mai lungi decît cele ale particulelor α.

El credea că alungirea parcursului particulelor α se datora unor cauze necunoscute. Dar mai exista ipoteza că acele urme aparţineau unor particule neidentificate. Care dintre cele două ipoteze era cea justă?

Rutherford s-a pornit să facă experienţe de bombardare a unor diverse materiale (ţinte) cu particule α. În acest scop a construit un aparat foarte simplu. Ţintele trebuia să fie uşoare şi de aceea el a folosit gaze în loc de metalele utilizate în mod curent de savant. Un tub de alamă, lung de 20 cm, prevăzut cu două robinete, era umplut cu gaz (fig. 12). În interiorul tubului se găsea un disc emiţător, radioactiv, ce emitea particule α; discul era fixat pe un suport care se mişca de-a lungul unei şine. În timpul experienţei una dintre extremităţile tubului se astupa cu o placă de sticlă neşlefuită, iar cealaltă extremitate, cu o placă de alamă, fixată cu ceară, străpunsă de un mic orificu rectangular, închis cu o placă de argint. Aceasta din urmă putea opri particulele α, ea echivalînd cu un strat de aer de circa 5 cm. În faţa orificiului se plasa un ecran luminescent de sfalerit. Pentru numărarea scintilaţiilor el se servea de o lunetă.

Cînd Rutherford a umplut tubul cu azot, a observat în cîmpul vizual particule care lăsau urme extrem de lungi, analoage celor pe care le observase în experienţele anterioare. Rutherford a făcut multe alte experienţe înainte de a trage concluzia definitivă că, în timpul unei ciocniri între particulele α şi nucleele de azot, unele dintre acestea se rupeau, emiţînd nuclee de hidrogen, adică protoni şi drept urmare formau nuclee de oxigen. Era în 1919. Radiaţiile α emise de ^{214}Po acţionau asupra nucleelor de azot sub privirea lui Rutherford. Marele savant englez a demonstrat astfel posibilitatea următoarei reacţii



$$^{14}_{7}N + \alpha \longrightarrow p + ^{17}_{8}O.$$

Aşadar, elementele chimice se puteau descompune. Fapt uimitor! S-a pus astfel prima piatră la ceea ce Rutherford a denumit cu plăcere „alchimia modernă".

Pe atunci mulţi cercetători erau preocupaţi de experienţele şi realizările dintr-un domeniu nou, radiochimia. Otto Hahn se ocupa de aceste probleme la Kaiser Wilhelm Institut, în Berlin (Dalhem). Între anii 1905 şi 1921 el a descoperit un şir de noi substanţe radioactive. Însă paşii, talentul, perseverenţa şi perspicacitatea l-au îndreptat spre o descoperire care avea să revoluţioneze societatea lumii, de atunci pînă în zilele noastre.

Istoria acestei epocale descoperiri este cuprinsă, în aparenţă, în filmul unei zile de lucru obişnuite.

La ora 8 Strassmann se afla în institut şi pregătise totul pentru experienţa următoare. Din preparatul de uraniu iradiat el a fracţionat cu grijă materialul care trebuia să conţină radiul căutat. Pe aparatura din camera de măsurători a lui Liese Meitner el a determinat între timp fondul aparatului (impulsuri pe minut, care erau înregistrate în blocul de plumb fără introducerea preparatului). A obţinut valoarea medie de 15,9 impulsuri. Hahn a sosit ceva mai tîrziu. După o scurtă convorbire cu Strassmann a preluat el măsurătorile. Iată masa de lucru pe care o folosea Hahn (fig. 13). Prima însemnare: ora 11 şi 18 minute, numărătorul arată 71 398. La intervale fixe (după 2; 6; 10; 16 şi 28 de minute) el nota indicaţia numărătorului. Diferenţele le împărţea la timpii corespunzători şi obţinea astfel, după scăderea fondului de 15,9, o anumită viteză de numărare. Din şirul de măsurători ale acelei zile (pînă la ora 13 şi 25 de minute) s-a obţinut o curbă descrescătoare, cu valorile măsurate de 65,6; 59,9; 56; 49,9; 44,4; 40,2. Pe baza acestor date şi a cantităţii de substanţă se putea calcula timpul de înjumătă-

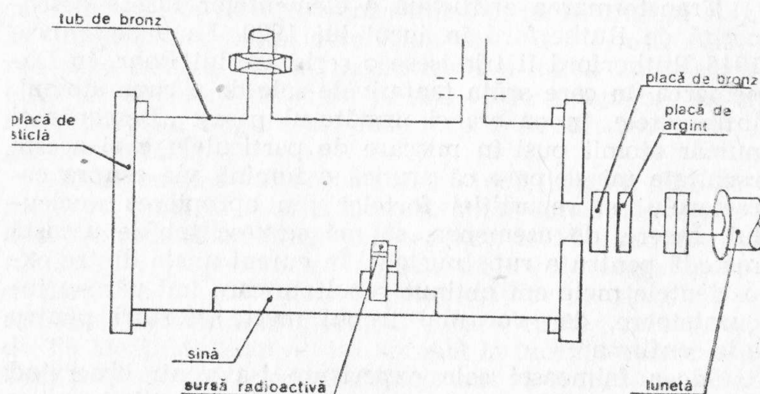


Fig. 12.

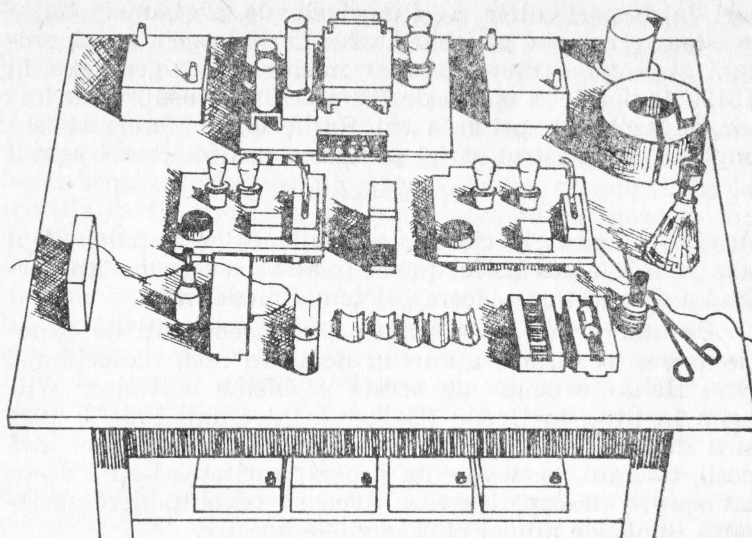


Fig. 13.

Fig. 14.

țire. Dăm în facsimil notițele lui Otto Hahn din acea zi (fig. 14).

Descrierea experienței a fost făcută de Hahn ceva mai tîrziu, după ce a fost stabilit că la iradierea uraniului se producea de fapt bariu, așa cum reiese din citatul: „Experiment de indicator Ra III Msth1 (mezotoriu); 15,5 g uraniu a fost iradiat de la 16 XII seara, pînă la 17 XII dimineața, în jurul orei 8. După două ore și jumătate, Ra II a fost lăsat să se dezintegreze 19 minute. Atunci s-a produs Ra III proaspăt, lipsit de Ac I și Ac II. Acesta a fost fracționat împreună cu o cantitate îmbogățită de Th B+C și Rdth eliberat de Msth1, totul împreună cu $BaBr_2$ (circa 2 g Ba). La fracționare dublele cantități de sare erau cam egale. În timp ce fracționarea dezintegrează o parte din Ra III 86 de minute, Msth1 a fost obținut la fracționarea din nou, fără Msth2. Deci timpii de înjumătățire pentru cele două substanțe au diferit întrucîtva. La Msth1 acest lucru nu e însă de înțeles, deoarece activitatea finală poate fi determinată. Trebuie să considerăm pentru toate cazurile că activitatea provine de la Ba II 86 min, pe baza primului timp de dispariție".

Era 19 decembrie 1938, seara tîrziu (în jurul orei 11), cînd O. Hahn, în institutul său din Berlin, îi scria lui Liese Meitner: „... între timp eu lucram fără încetare cu compușii uraniului... La izotopii radiului ceva anume e atît de ciudat, încît noi îți spunem numai ție. Timpii de înjumătățire ai celor trei izotopi sînt determinați în mod exact. Ei se deosebesc de toate elementele, cu excepția bariului. Toate reacțiile corespund, numai una nu corespunde: cea în care apare cazul foarte rar: cînd fracționarea nu are loc. Izotopul nostru de radiu se comportă ca bariul".

Cu două zile mai tîrziu, la experiențele sale cu uraniu îmbogățit, a obținut rezultate surprinzătoare. Izotopul de radiu, care era de așteptat, se comporta ca bariul. În ziua următoare, după alte experiențe de control, Hahn a avut certitudinea: nucleul de uraniu era sfărîmat în două bucăți, iar ca fragmente de ruptură s-au stabilit stronțiul și ytriul. Era momentul descoperirii fisiunii nucleare.

Cu această descoperire a început o nouă eră a cercetării științifice și tehnice, a cărei dezvoltare a dus atît la bomba atomică, cît și la energetica nucleară și a con-

dus mai ales la o fascinantă pătrundere în tainele structurii nucleului atomic.

Istoria fisiunii nucleare este indisolubil legată de istoria radioactivității, începută în 1896 de către Becquerel. Mitul stabilității veșnice a atomului a fost distrus. Atomul se rupea prin el însuși, neinfluențat de om.

Rezultatele asupra experienței de fisiune nucleară au fost publicate de Otto Hahn și Fritz Strassmann în „Die Naturwissenschaften". În încheierea articolului, ei au arătat că este vorba de studii noi, care, din cauza rezultatelor ciudate, au fost publicate de ei după multă șovăială. Ei conchideau: „Izotopul nostru de radiu are proprietățile bariului sau, așa cum ar trebui să spunem de fapt, în noii produși el se comportă nu ca radiu, ci ca bariu. În calitate de chimiști, ar trebui ca, după experiențele descrise, să modificăm denumirile ... și să înlocuim Ra, Ac, Th, cu simbolurile Ba, La, Ca. În calitate de „chimiști nucleari", mai apropiați într-un anumit mod de fizică, nu putem să ne decidem încă să efectuăm acest salt, contrar întregii experiențe prezente a fizicii nucleare. Este posibil ca o serie de coincidențe extraordinare să ne fi indus în eroare".

Curînd, după patru săptămîni, la 10 februarie 1939, ei au publicat și dovada chimică: se stabilise în mod sigur că era vorba de o sfărîmare a nucleului de uraniu în mai mulți izotopi ai bariului.

Imediat după prima destăinuire, Liese Meitner și Otto Robert Frisch au discutat în Stockholm posibilitatea fizică a ruperii (ei o numeau fisiune nucleară) nucleului. Nucleul de uraniu se rupea în două nuclee grele, aproape egale, eliberînd multă energie. Frisch a dovedit în mod experimental ambele efecte, la 16 ianuarie 1939.

În mod practic simultan (cu o diferență de o singură zi) acest lucru a fost stabilit la Viena și Cambridge. Siegfried Flügge, un colaborator al lui Hahn, a publicat curînd o lucrare cu titlul *Poate fi făcut util conținutul de energie al nucleului atomic?* și a ajuns la concluzia: „Cunoștințele noastre actuale fac verosimilă posibilitatea construirii unui dispozitiv cu uraniu". Flügge calculase că la fisiunea a 1 m^3 de U_3O_8 se eliberează o energie care ajunge pentru ridicarea unui kilometru cub de apă la 27 km înălțime.

Era nucleară primise astfel o bază solidă. Numai că războiul, cu toate că nu a frînat dezvoltarea acestei descoperiri, care avea să aibă consecințe nebănuite, a împiedicat mulți ani publicarea rezultatelor cercetărilor. Studiile se efectuau în cel mai strict secret, în paralel, în Germania (care anunța tot timpul, propagandistic, descoperirea unei arme secrete teribile), în Franța (care și-a evacuat laboratoarele în Anglia), în Anglia și în S.U.A.

Omenirea a avut noroc, fiindcă dacă savanții germani ar fi reușit să pună la punct bomba atomică, bombă care se bazează pe fisiunea nucleului, alta ar fi fost soarta omenirii. Războiul din Europa s-a terminat însă înainte ca nemții să fi ajuns la un rezultat. Dar omenirea n-a avut pînă la urmă un noroc deplin. Pentru că, prin concentrarea de forțe științifice din toată lumea, prin puterea economică de care dispunea încă de pe atunci, S.U.A. a reușit în 1945 să realizeze bombe atomice operative și n-a mai avut tăria de caracter să nu le utilizeze. Japonia nu voia să se recunoască învinsă, iar pentru a-i da lovitura de grație, S.U.A. a distrus orașele Hiroșima și Nagasaki, cu numai două bombe atomice, în august 1945 (fapte știute de toată lumea). S-a declanșat apoi nebuneasca și absurda goană pentru întîietate în înarmarea nucleară, care nu are nici astăzi un cîștigător.

Noroc că aplicațiile practice n-au fost oprite, iar astăzi omenirea se bucură (scăpînd uneori cîte o lacrimă) de binefacerile energiei eliberate la fisiunea nucleului. Ca un exemplu numai, Franța acoperă peste 40% din nevoile ei energetice, care nu sînt de neglijat, numai cu ajutorul centralelor nuclearo-electrice. Multe alte țări dispun și ele de un număr mare de asemenea centrale, cu care încearcă să-și mai astîmpere foamea de energie.

Inventarea și ... descoperirea quarcurilor

Obișnuit știința se dezvoltă în modul următor: un efect surprinzător este observat în laborator sau în natură și atunci, pentru a explica noul fenomen, teoria existentă este lărgită și perfecționată. Astfel, observîndu-se neregularitățile din mișcarea planetei Uranus, s-a ajuns în cele din urmă la descoperirea unei noi planete, Neptun.

Galvani a observat că un picior de broască tăiat se contracta cînd era atins cu bisturiul. Acest efect a dus la înțelegerea fenomenului de transport electric și apoi la construirea primei pile electrice de către Alessandro Volta.

Sînt rare ocaziile în care ordinea istorică normală este inversată, cînd inventarea teoretică precede descoperirea experimentală. Formulînd tabelul periodic, Mendeleev a observat mai multe locuri libere. Atunci el a intuit că este vorba despre elemente încă nesemnalate și le-a prezis proprietățile. Mai tîrziu ele au fost descoperite și au primit nume ce amintesc de patria celor care le-au descoperit: scandiu, galiu, germaniu. Și laserii au fost descoperiți mai întîi din vîrful peniței, realizarea lor practică făcîndu-se la cîțiva ani după aceea.

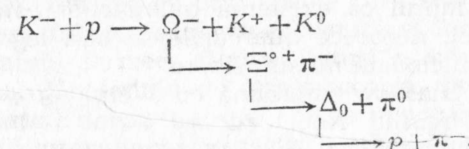
În 1961 Murray Gell-Mann și Yunval Ne'eman au inventat o schemă de clasificare pentru particule elementare, care seamănă întrucîtva cu tabelul periodic al elementelor. În sistemul zis „de ordin opt" sau „octuplu" particulele erau grupate în rețele geometrice simple: hexagoane și triunghiuri. Și aici s-a constatat că se afla un loc liber în rețea, care ar fi putut corespunde unei particule nedescoperite încă. Puțini fizicieni au luat totuși teoria în serios. Însă în 1964 experimentatorii de la Brookhaven National Laboratory (din New York) au descoperit, în fine, particula precisă de Gell-Mann. Atunci „sistemul octuplu" a devenit dogmă științifică.

Cum s-a ajuns la „calea octuplă"?

Se știa că legile de conservare la dezintegrarea particulelor conduc la procese interzise printre cele permise, iar lui Gell-Mann i-a devenit clar că natura pare a urma ceea ce el a numit Principiul unui Guvern pur Totalitarist: „Tot ceea ce nu este interzis este obligatoriu".

Prin 1961, cînd erau cunoscute relativ puține particule elementare, Gell-Mann și Ne'eman au emis, în mod independent, ideea unui tip de simetrie cunoscut în matematică drept $SU(3)$ și, o dată cu descoperirea de noi particule, se constata că acestea se potriveau bine în această descriere. $SU(3)$ reprezintă un sistem de 8 simetrii și de aceea Gell-Mann le-a numit „calea octuplă", după cele opt precepte de bază ale lui Budha, care duceau la izbăvirea de păcate. Potrivit acestei reguli de 8, trebuia să existe și particula notată Ω și, la 23 februarie 1964,

apărea o lucrare semnată de 30 de oameni de știință de la Brookhaven National Laboratory, care stabilea că în cursul unei serii de 100 000 de fotografii în camera cu bule, făcute la sincrotronul cu gradient alternant, unul, un singur eveniment observat putea fi considerat cu deplină încredere ca fiind dat de particula Ω. Această particulă s-a produs la ciocnirea dintre un kaon negativ și un proton, după reacție



$$K^- + p \longrightarrow \Omega^- + K^+ + K^0$$
$$\Omega^- \longrightarrow \Xi^\circ + \pi^-$$
$$\Xi^\circ \longrightarrow \Delta_0 + \pi^0$$
$$\longrightarrow p + \pi^-.$$

Particula avea sarcina negativă (Ω^-) și masa de 1686 MeV (fusese prezisă o masă de 1681 MeV), iar timpul de viață 10^{-10} s.

Teoria „căii octuple" este înțeleasă acum în termenii teoriei quarcurilor, așa cum tabelul periodic este înțeles în termenii teoriei cuantice a structurii atomice. Gell-Mann însuși a inventat noțiunea de quarc, în 1963. Independent, ea a fost introdusă și de George Zweig, care ulterior a devenit neurobiolog.

Dar... a durat un deceniu pentru ca aceste idei să fie universal acceptate.

Gell-Mann a postulat existența a trei tipuri de quarcuri, care trebuia să fie constituenții particulelor subnucleare. Două dintre ele erau quarcuri, unul cu spinul în sus (up-quark), iar altul cu spinul în jos (down-quark). Protonii conțin doi up-quarcuri și un down-quarc. Neutronul conține un up-quarc și doi down-quarcuri. Există particule subnucleare cu durata de viață foarte scurtă; ele sînt alcătuite din trei up-quarcuri sau din trei down-quarcuri.

Un al treilea tip de quarc este necesar pentru a construi particulele stranii; el este numit quarc „straniu". De exemplu, hiperonul λ conține un quarc straniu, un up-quarc și un down-quarc, în timp ce hiperonul Ξ^- (csi minus) este alcătuit din două quarcuri stranii și un down-quarc.

Legile de bază ale teoriei quarcurilor spun că se poate alcătui o particulă subnucleară pe baza unor combinaţii ale celor trei quarcuri.

În 1964, la scurt timp deci după „inventarea“ quarcurilor, James Bjorkan şi Sheldan L. Glashow au argumentat că ar exista un al patrulea tip de quarc. L-au denumit „farmec“. Au trecut însă mulţi ani (vreo zece) pînă cînd s-a demonstrat existenţa quarcului farmec. Este remarcabil faptul că existenţa quarcurilor este determinată indirect, deoarece quarcurile se află legate de alte quarcuri şi niciodată nu sînt libere.

În 1979 Glashow împreună cu Weinberg şi cu Salam au primit Premiul Nobel pentru „contribuţii la teoria interacţiunilor slabe şi electromagnetice unificate, între particulele elementelor inter alia, pentru prezicerea curentului neutru slab“.

Raţionamentul lui Glashow şi Bjorkan se prezenta din nou în termenii unui „tabel periodic“. Nu era un tabel de elemente, nici un tabel de particule subnucleare, ci un tabel de quarcuri şi de leptoni.

Unele particule elementare nu sînt alcătuite din quarcuri. Aşa este cazul primei particule elementare descoperite, electronul. Acelaşi lucru este valabil şi pentru neutroni. Aceste particule sînt cunoscute sub numele de leptoni. Iată tabelul leptonilor:

Sarcina elementară	—1	—1/2	0	+2/3
Prima familie	electron	down-quarc	neutrino electronic	up-quarc
A doua familie	miuon	quarc straniu	neutrino miuonic	?

Tabelul include un lepton numit „miuon“, care este „vărul“ de masă mai mare al electronului, aşa cum quarcul straniu este „vărul“ de masă mai mare al down-quarcului. Exact ca în tabelul lui Mendeleev sau al lui Gell-Mann, şi acest tabel are un loc liber. El corespunde quarcului inventat: quarcul farmec.

Prin 1970 nu mai era nici un dram de speranţă că va fi evidenţiat experimental quarcul farmec. Cu toate

acestea, Glashow s-a reîntors la speculaţia sa fantastică şi a dat la iveală o demonstraţie convingătoare, dar foarte ocolită, din care rezulta existenţa quarcului farmec. Fără quarcul farmec teoria era foarte asimetrică, ceea ce ar fi putut duce la prezicerea unor asimetrii în natură, despre care se ştia sigur că nu există. Quarcul farmec avea să readucă simetria, prin aceasta eliminînd dezacordul cu experienţa.

Glashow povestea că prin aprilie 1974 era foarte necăjit din cauza falimentului experimental al încercărilor de a găsi quarcul farmec, el fiind totuşi convins că acesta există. La o Conferinţă de Spectroscopie, ţinută la Boston, el a prezis că acest quarc era pe punctul de a fi descoperit şi a promis că-şi va mînca pălăria, dacă pînă la următoarea Conferinţă de Spectroscopie nu va fi descoperit. În luna noiembrie a aceluiaşi an s-a anunţat descoperirea simultană a unei noi particule la Brookhaven şi la SPEAR, în California. SPEAR este versiunea mai mare a sincrotronului electron-pozitron de la Frascati (de lîngă Roma).

Într-adevăr, oamenii de ştiinţă de la Frascati au putut confirma existenţa unei noi particule, imediat după descoperirea ei. Grupul din est (coasta de est a Americii) a numit noua particulă J, iar cel din vest, ψ. Azi ea poartă numele J/ψ. Şefii celor două grupuri, Burton Richter şi Samuel C. C. Ting, au primit în 1976 Premiul Nobel pentru fizică, pentru descoperirea acestei noi particule importante.

Imediat după descoperirea particulei J/ψ s-au emis mai multe păreri asupra a ceea ce ar fi această particulă. Glashow şi colegii lui credeau că este un mezon alcătuit dintr-un quarc farmec şi un antiquarc. Dar, dacă acest fapt era adevărat, atunci ar fi trebuit să existe şi alte particule noi, care să conţină sigur un quarc farmec. Unde să fie ele?

La Brookhaven Nick Samios era şeful echipei care găsise primul particula Ω^-, în 1964. La începutul anului 1975 grupul său a raportat prima observaţie a unei particule farmec, o particulă care consta dintr-un up-quarc, un down-quarc şi un quarc farmec. Evenimentul s-a produs într-o cameră mare cu bule, cu un fascicul de neutrini de mare energie. Totuşi el a putut identifica numai

un singur exemplar de quarc al unei particule fermecate. Acest fapt nu era suficient pentru a convinge comunitatea științifică de existența quarcului farmec.

În primăvara anului 1976 un grup de fizicieni care lucrau la acceleratorul de particule SPEAR au publicat o lucrare în care arătau că ei nu au putut găsi nici o indicație că ar exista particule fermecate. Glashow a devenit foarte abătut și, la o conferință în Wisconsin, a insistat ca experimentatorii să se reîntoarcă în laboratoare și să găsească noile particule, care, desigur, trebuia să existe! Argumentele sale au fost eficiente.

La numai două săptămîni de la acea conferință, prietenul lui, Gerson Goldhaber, i-a telefonat din California spunîndu-i că grupul lui a descoperit quarcul farmec, care pînă atunci le scăpa printre degete la SPEAR. Imediat savanții au arătat că acest quarc are proprietățile prezise.

S-a așteptat mult, din 1964, cînd s-a născut ideea quarcului farmec, pînă în 1976, cînd a devenit un fapt bine stabilit. Cînd, în 1976, a avut loc Conferința de Spectroscopie Mezonică, Glashow n-a mai fost obligat să-și mănînce pălăria. Dimpotrivă, organizatorii conferinței au distribuit tuturor participanților pălării de zahăr candel, încît, pînă la urmă, și-au mîncat ei pălăriile.

Malthus, Darwin și evoluționismul

Una dintre cele mai fascinante teorii științifice asupra vieții pe Pămînt, evoluționismul, își are originea, ca de altminteri multe teorii științifice, în idei mult mai vechi. Este cunoscut faptul că nici o teorie nu apare, nu poate apărea, pe teren gol.

Evoluția concepțiilor despre transformarea speciilor s-a desfășurat paralel cu evoluția concepțiilor despre natură, în general. Pentru filozofii greci lumea era ceva ieșit din haos, era rezultatul unei deveniri. Pentru gînditorii din evul mediu, potrivit concepțiilor dogmatice de atunci, ca urmare a creștinizării tot mai largi și puterii bisericii, lumea era ceva creat dintr-o dată, un ceva rămas încremenit. Teleologia* vulgară a lui Wolff putea fi concentrată în cuvintele: „Pisicile au fost create pentru a mînca șoareci, șoarecii, pentru a fi mîncați de pisici, iar toată natura, pentru a demonstra înțelepciunea Creatorului". Pe atunci, Carl Linné dădea dovadă de mare curaj cînd admitea că, pe alocuri, datorită încrucișărilor, ar fi putut apărea și specii noi.

În secolul al XVIII-lea asistăm la o luptă între concepția fixistă și preformistă, pe de o parte, și concepția evoluționistă și a epigenezei, pe de alta. Fixiștii susțineau că speciile au rămas dintotdeauna aceleași, nimic nu s-a schimbat din „quod ab initio creavit Infinitus Ens" (ceea ce a creat de la început ființa infinită).

Treptat apare însă, mai întîi, ideea unității lumii vii. Robert Hooke descoperă celula și afirmă că viețuitoarele s-au transformat în urma schimbărilor suferite de scoarța Pămîntului. Propoziția, prelucrată, a fost reluată și

* Concepție filozofică idealistă care consideră că procesele din univers s-ar desfășura în conformitate cu anumite scopuri; finalism.

de Leibniz. Filozoful admitea că materia vie are în sine, ca substanță, „o forță activă, un principiu de activitate, care nu cunoaște repaus". Tot în acea vreme (secolul al XVIII-lea) Malpighi a emis ideea legăturii universale dintre fenomenele și lucrurile din natură, aflate în permanentă mișcare. În a sa *Istorie naturală*, în 44 de volume, Buffon a fost primul biolog care a pus accentul pe dezvoltarea speciilor. Potrivit concepției lui, „moleculele organice însuflețite" generează organismul viu, după un „tipar anterior". Este un sîmbure de idee care devansează cu 200 de ani descoperirea programării genetice! Pe aceeași linie se afla și teoria transformistă a lui Lamarck.

În 1755, prin cele scrise în *Istoria generală și teoria cerului*, Kant înlătură teoria „impulsului inițial". Sistemul solar, scria Kant, a devenit în decursul timpului. Este bine cunoscută azi așa-numita teorie Kant-Laplace a formării sistemului solar.

Însă o teorie oarecum închegată, care sintetiza, într-o anumită măsură, cele cunoscute pînă atunci, avea să conceapă abia Malthus.

Thomas Robert Malthus s-a născut la Rookey (Anglia), în 1766 (a murit în 1834). Problema populațiilor, la modă pe atunci, i-a atras atenția, ca urmare a discuțiilor cu tatăl său asupra concepțiilor lui Condorcet și Godwin privind perfectibilitatea omului.

Atitudinea realistă a lui Malthus l-a făcut să întrezărească dificultățile privind căile de perfecționare a omului, ceea ce a făcut ca prietenii și admiratorii săi să-l îndemne să-și aștearnă ideile pe hîrtie. Dînd dovadă de luciditate și talent, Malthus a scris un eseu strălucitor, *An Essay on the Principle of Population* (Londra, 1798). El a plecat de la ideea simplă și frapantă a diferenței dintre termenii progresiei geometrice și cei ai progresiei aritmetice, cu aceeași rată, pe care oricine o putea înțelege din prima duzină de pagini. În continuarea susținerii ideilor sale a folosit acest schelet, această prezentare a celor două serii, ca pe un far central al cercetării, anume, pentru a examina o varietate mare de fenomene sociale și de populație, aparent fără vreo legătură între ele.

Economistul englez (Malthus era economist) insista asupra disproporției dintre creșterea populației și cea a resurselor alimentare în următorii termeni: indivizii se

înmulțesc conform unei progresii geometrice, în timp ce cantitatea de alimente nu crește decît într-o progresie aritmetică. De aici rezultă o serie de suferințe și de lupte pentru obținerea hranei, victoria fiind de partea acelora care prezentau anumite avantaje (probabil fizice) față de alții. Ideile de luptă pentru viață și de selecție naturală fuseseră născute.

Pe lîngă interesul trezit în rîndurile cititorilor de chestiunile generale, Malthus punea în circulație și gînduri de genul: „lumea este probabil un proces puternic de trezire a materiei la conștiință".

În acele prime pagini scrise de Malthus era invocată și ideea de evoluție: „Un scriitor mi-ar putea spune că el este dispus să creadă că omul va deveni, în cele din urmă, un struț . . . Înainte de a se aștepta să convingă pe cineva de părerile lui, s-ar cuveni să arate că gîturile oamenilor s-au lungit treptat, că buzele au crescut mai tari și mai proeminente, că brațele și picioarele își schimbă zi de zi forma și că părul începe să se transforme în tuleie".

Malthus a observat că „germenii vieții, aflători pe acest pămînt, cu hrană multă și loc întins pentru dezvoltare, ar putea umple milioane de lumi în decursul cîtorva mii de ani. Necesitatea, această lege imperioasă a naturii, ce pătrunde peste tot, le restrînge însă în limite precise. Regnurile plantelor și animalelor sînt limitate de acțiunea acestei legi restrictive. Nici omul nu poate, prin nici un efort de rațiune, să scape de efectele acestei legi".

Este remarcabil faptul că ideile lui Malthus i-au inspirat pe Darwin și pe Wallace mai tîrziu. Au trecut totuși vreo 30 de ani pînă cînd semnificația ideilor lui Malthus să fie pătrunsă în profunzime. Abia în 1858 Darwin și Wallace au prezentat, împreună, teoria evoluției speciilor, cunoscută mai tîrziu sub numele de darwinism. Oricum, ceea ce pusese în joc Malthus a avut o influență profundă asupra lui Darwin.

Păcat însă că în perioada imperialismului victorios în întreaga lume, ideile lui Malthus, care fuseseră, eventual, numai un semnal de alarmă, au fost exagerate în direcția înmulțirii fără limită a populației, în contrazicere cu posibilitățile limitate de a produce alimente, oferite de Terra și de societățile care o populează, și în scopul

justificării, în acest mod, a războiului, ca una dintre căile de reglare a numărului de oameni dintr-un loc sau altul.

Iată deci că teoria potrivit căreia viața a apărut în urma unui proces îndelung de evoluție era mai veche și oarecum răspîndită în secolul al XVIII-lea.

Bunicul lui Darwin (Erasmus), influențat de Buffon, invoca, în epocă, pe de o parte, o schimbare a mediului ereditar, însoțită de transmiterea caracterelor dobîndite, iar pe de alta, competiția și selecția. El a definit principiul fenomenului pe care nepotul său l-a denumit mai tîrziu „selecție sexuală". Lamarck fusese influențat de Erasmus Darwin, dar în explicația evoluției el alesese numai prima dintre explicațiile de mai sus.

Ceva mai tîrziu, Wells, Lawrence și Prichard au încercat să explice evoluția omului cu ajutorul ideii de competiție. În 1831, Marhew a enunțat principiul selecției naturale, în apendicele la o lucrare care avea un subiect complet diferit. Un tînăr naturalist, Edouard Blyth, a publicat în „Magazine of Natural History", între 1835 și 1837, cîteva articole care conțineau elemente de „darwinism", dar nu le-a prezentat sub formă de teorie a evoluției. Alexander von Humboldt (1769—1859), mare geograf și naturalist, a cules un număr impresionant de plante (vreo 12 000) în călătoriile sale de 75 de zile pe fluviul Orinoko precum și din călătoriile din alte zone ale lumii, căutînd să răspundă la întrebarea dacă plantele și animalele depind de climă și de condițiile geologice. El era convins de unitatea lumii vii, fiecare lucru, viu sau mort, fiind amprenta unei unități infinite.

Charles Darwin, nepotul lui Erasmus Darwin, cum spuneam, s-a născut în 1809. La 22 de ani, după ce și-a terminat studiile la Cambridge, sfătuit de maestrul său, botanistul Henslow, Darwin a plecat ca naturalist pe vasul „Beagle", care a explorat America de Sud și cîteva insule din Pacific. Călătoria a durat cinci ani (1831—1836); ea a exercitat o influență hotărîtoare asupra ideilor lui Darwin, care, înainte de plecare, era încă partizan al fixității speciilor, ca aproape orice naturalist din timpul său. Reîntors în Anglia, s-a însurat cu verișoara sa, E. Wedgwood, în 1839; ca urmare a sănătății precare (ceea ce nu l-a împiedicat să trăiască 73 de ani), în 1842

a fost nevoit să părăsească Londra, stabilindu-se la țară, la Down, în Kent. Acolo Darwin s-a consacrat studierii colecțiilor pe care le-a adus din expediția la care participase. S-a stins din viață la 19 aprilie 1882 și a fost înmormîntat la Westminster.

Înzestrat de natură cu un puternic talent de observator, Darwin a fost impresionat, în cursul călătoriei sale în jurul lumii, de un anumit număr de fapte: deplasîndu-se de la nord spre sud, el a constatat o substituire a speciilor înrudite, diversitatea și endemismele (plante sau animale care trăiesc numai pe un anumit teritoriu) din diferite insule ale arhipelagului Galapagos, precum și înrudirea populațiilor din America de Sud cu cele din insulele apropiate de acest continent; a notat legăturile de înrudire a mamiferelor edentate (fără dinți sau cu dinți atrofiați) vii, cu cele aparținînd speciilor dispărute din straturile geologice din pampas.

Aceste idei au călăuzit gîndurile și eforturile lui Darwin timp de mai mulți ani; el acumula și analiza materiale considerabile pentru publicarea unei lucrări de ansamblu asupra unei probleme foarte importante. Trebuie arătat că, datorită importantelor sale lucrări științifice, încă înainte de a publica opera lui revoluționară, poziția științifică a lui Darwin era bine consolidată.

În acel moment teoria evoluționistă plutea în aer. Așa că îndelungata răbdare a lui Darwin risca să ducă la zădărnicirea eforturilor sale, prin pierderea priorității asupra descoperirii. Sfătuit de doi priteteni, Lyell și Hooker, Darwin a publicat o expunere sumară a teoriei sale, care a fost prezentată și citită, în același timp cu un memoriu asemănător al lui Wallace, într-o ședință a Societății linéiene din Londra, la 1 iulie 1858.

Apoi Darwin s-a consacrat redactării unei expuneri prescurtate a vastei lucrări pe care o pregătea; expunerea a apărut în noiembrie 1859, la Londra, cu titlul *On the Origin of Species by Means of natural Selection* (ea a circulat și circulă în întreaga lume sub numele de *Originea speciilor*). Această carte revoluționară a marcat una dintre etapele cele mai importante ale istoriei biologiei și l-a făcut repede celebru pe autor în întreaga lume.

Teoria lui Darwin nu poate fi considerată o teorie a evoluției, ci doar o teorie a mecanismului evoluționist.

Ea invocă o supraviețuire diferențiată în cursul luptei pentru existență și prezice că, datorită selecției naturale, se vor manifesta schimbări la toate ființele.

De curînd s-a demonstrat că Darwin citise lucrările lui Blyth, Mathew și pe ale altora. El mai citise *Vestiges de l'histoire naturelle de la création* de Robert Chambert, scrisă în 1844. Oficial cartea fusese respinsă, datorită ideilor susținute. Darwin mai citise și lucrările lui Herbert Spencer asupra evoluției, bazate pe ideile lui Lamarck. Lucrările lui Spencer fuseseră primite favorabil de public, în anii care au precedat apariția cărții lui Darwin.

Cum se explică succesul cărții lui Darwin? Mai întîi Darwin nu citează pe predecesorii săi, ceea ce era obiceiul epocii. Nici chiar bunicul său nu a fost citat decît în treacăt. Pentru a limita controversele, Darwin a decis ca, în cartea sa, să lase mai întîi omul în afara discuției. Apoi el a prezentat lucrarea în mod strict academic, veghind ca, în același timp, să fie scrisă într-o manieră accesibilă publicului. Acest aspect era desigur foarte important. În fine, cartea a fost întrucîtva dezlînată în argumentare și definiții, cu scopul, se pare, de a permite virarea concepției, la nevoie. Iar pentru a părea original, Darwin nu a inclus nici o discuție referitoare la lucrările anterioare. A comis oare intenționat sau nu Darwin toate aceste licențe?

Anglia a acceptat darwinismul pentru a rezolva două probleme. Sub influența pozitivismului lui Auguste Comte, publicul era în majoritate materialist și credea că teoria lui Darwin putea explica teoria vieții fără a face apel la intervenția divină. Apoi, acel public liberal credea în întreprinderea luată pe cont propriu, în proprietatea privată, intangibilă, dar era pătruns și de sentimente umanitare și nu rămînea total insensibil la efectele funeste ale competiției economice asupra vieții celor mai slabi. Darwinismul putea înăbuși astfel conștiința, postulînd că mizeria era o consecință a legilor naturale.

Teoria darwinistă este fondată pe un număr de premise (postulate), din care se trage concluzia că evoluția a avut loc efectiv. Darwin admite existența variațiilor, observînd că animalele și plantele diferă între ele. El postulează deci că diferențele sînt folosite pentru crearea

noutăților în evoluție. El mai postulează că anumite proprietăți sînt transmisibile și că unele dintre ele au importanță pentru supraviețuirea indivizilor. De asemenea, Darwin introduce și premisele lui Malthus: numărul de descendenți depășește pe cel al părinților, iar resursele de hrană sînt limitate. Indivizii în plus trebuie eliminați și în acest fel se realizează selecția.

Iată deci că teoria lui Darwin apare ca o consecință logică a variabilității și a selecției. Teoria explică evoluția într-o populație dată, dar nu explică divergența taxonomică (adică formarea de două populații diferite). Importanța izolării pentru apariția de noi taxoni a fost foarte greu recunoscută de Darwin, în cărțile de mai tîrziu. Acesta ar fi unul dintre postulatele suplimentare, la fel cu cel referitor la influența mediului asupra evoluției.

În scopul ilustrării și susținerii teoriei sale, dar înainte de a o elabora, Darwin a studiat un mare număr de documente fosile. Pe atunci, încă nu avea cunoștință de teoria mutațiilor. Azi se știe că pentru teoria evoluției sînt importante două aspecte cantitative ale mutațiilor: întinderea efectului și frecvența mutațiilor. Există micromutații — care produc efecte mici, dar au frecventă mare — și macromutații — care sînt rare, dar au efecte foarte importante. Darwin a combătut teoria macromutațiilor: „natura non fecit saltus", susținea el. Teoria neodarwinistă, bazată pe ideile lui Mendel, susține că micromutațiile sînt esențiale.

Trebuie arătat că Darwin nu a explicat niciodată teoria variațiilor. Testul teoriei s-a bazat pe analiza geologică a straturilor care conțin fosile. Evoluția fosilelor de-a lungul erelor a arătat că evoluția s-a produs în salturi, așa cum s-ar întîmpla de fapt în cazul existenței macromutațiilor. Pentru a-și salva teoria, Darwin a susținut că documentele fosile erau de departe incomplete. Teoria macromutațiilor are avantajul de a accepta existența micromutațiilor și de a sublinia importanța lor.

Darwin nu a fost niciodată acceptat fără rezerve de știință, dar teoria lui s-a dovedit viabilă și a supraviețuit timpului, cu toate disputele, uneori ridicole, alteori împinse pînă la extrem (episcopului anglican Wilberforce, care susținea originea divină a omului, Huxley îi răspundea că ar fi preferat „să fie o maimuță perfectă în locul

unui Adam degenerat"), provocate de ea de-a lungul timpului și cu toate exagerările și denaturările (omul se trage din maimuță) aduse ei.

Însă (aici avem și un epilog!), recent, teoria evoluționistă a devenit focarul unei mari controverse. Nu e vorba de a ști dacă evoluția a avut loc sau nu, ci problema disputată este cum s-a produs această evoluție. Oare „teoria sintetică", modernă, a evoluției sau neodarwinismul dă o explicație adecvată fenomenelor evoluției sau mai este nevoie de ceva?

Teoria actuală stabilește că evoluția este determinată de selecția naturală a variațiilor întîmplătoare. De importanță crucială pentru teorie este cuvîntul „întîmplător", care implică nu numai că variațiile nu tind să se producă în direcție utilă, ci și că nimic sau foarte puțin se poate spune despre ele. Potrivit concepției neodarwiniste, selecția naturală este singura forță „creatoare", „dătătoare de direcție" în dezvoltarea biologică. Dar nu ne oprim la un singur prefix și mai adăugăm unul: teoria postneodarwinistă își concentrează atenția asupra proceselor naturale. La fiecare nivel, de la cel prebiotic pînă la cel al organismelor evoluate, variațiile survin nu la întîmplare, ci în moduri determinate puternic de legile fizicii și chimiei.

În timp ce decanul neodarwinismului contemporan, Ernst Mayr, vorbește cu satisfacție despre „emanciparea finală a biologiei de sub dominația științelor fizice", în ultimul sfert de secol noii evoluționiști recunosc că nu e vorba nicidecum de vreo sclavie sau de vreo emancipare. Pe măsură ce fizicienii și chimiștii învață să se ocupe de sisteme din ce în ce mai complexe și să analizeze fenomene ca autoorganizarea, rezultă tot mai mult concluzia că științele biologice și cele fizice trebuie să meargă împreună.

O problemă fundamentală pentru teoria evoluției este cea care privește originea vieții. Multă vreme lumea a crezut că viața a apărut prin voința divină. Primul care a sesizat posibilitatea unui răspuns științific a fost Louis Pasteur, cînd, în 1864, a pus întrebarea: „Oare materia se poate autoorganiza?" Răspunsul neodarwiniștilor este că nimic din ce este viu nu e posibil decît prin selecție naturală și astfel ei tind să considere că prima matrice organică era întîmplătoare. Configurația specifică de atomi, necesară pentru viață, pare a fi extrem de improbabilă sau cel mult similară cu șansa ca o maimuță pusă în fața unei mașini de scris să scrie fraze inteligibile, spun ei.

Neodarwiniștii consideră selecția naturală ca singurul mijloc posibil de a crea informație, singurul mijloc de a introduce determinismul, cel care caracterizează procesul de moștenire al organismului. Pentru a plasa ADN-ul (acid dezoxiribonucleic) și selecția naturală la primele începuturi ale evoluției, unii vor chiar să părăsească Pămîntul și să impună ipoteza că viața provine dintr-o galaxie depărtată.

Dar se știe că materia se poate organiza ea însăși. Structuri ordonate pot apărea spontan în sisteme deschise. Un exemplu îl constituie reacția Belousov-Jabotinski, care dă atît coerență spațială, cît și oscilații în timp, pornind de la o reacție relativ simplă, într-o capsulă Petri. Alt exemplu este formarea celulelor de convecție Bénard, într-un strat orizontal de fluid, încălzit pe dedesubt, la temperaturi peste o valoare critică (celebrele instabilități Bénard).

Că viața ar fi putut apărea prin autoorganizare a fost demonstrat printr-o lungă serie de experiențe de către Sidney Fox, Charles Dose, Duane Rohlfing și alții. Descoperirile cheie constau în faptul că proteinele generate prin procese geotermice echivalente, în condiții uscate, sînt deja puternic structurate. O dată formate, proteinele se organizează ele însele prin forțe chimice interne, în prezența apei. Lanțurile laterale ale aminoacizilor, care alcătuiesc proteinele, dau informația necesară pentru a sintetiza polimerii. Acești polimeri pot realiza o varietate de activități enzimatice și fotochimice. În unul dintre cazuri un polimer sintetizat a funcționat chiar ca un hormon. Cînd sînt umezite, aceste proteine formează microsfere uniforme, care prezintă multe dintre proprietățile celulelor moderne precum fuzionarea, divizarea, excitabilitatea. De asemenea, ele pot cataliza polimerizarea nucleotidelor, a aminoacizilor cu ATP (acid adenozintrifosforic) și pot forma ușor complecși fie cu ADN, fie cu ARN (acid ribonucleic). Mecanismul cadrului genetic ar putea proveni din protocelulele constituite din astfel de proteine.

Viața și cadrul genetic nu sînt deci accidente „înghețate" prin selecție naturală, ci sînt, în mare măsură, consecințe ale proprietăților stereochimice ale moleculelor.

Unul dintre fundamentele neodarwinismului este doctrina lui August Weismann asupra independenței liniei germinale: adică el susține punctul de vedere potrivit căruia modificările induse de mediu nu pot trece de la corp la celulele care produc sperma sau ovulul. În limbajul biologiei moleculare informația curge de la ADN la organism și niciodată în sens invers.

Totuși, în ultimii cinci ani, tehnica ADN-ului recombinat a arătat că bariera Weismann este departe de a fi absolută. În toate organismele superioare există o cale frecventă de comunicare între „soma" (corpul) și „linia germinală". ARN-ul mesager poate fi convertit în ADN, proces cunoscut sub numele de transcriere inversă, care este apoi reinversat în genomul (substratul codului genetic) liniei germinale. Pseudogenele prelucrate (așa sînt denumite) sînt prezente atît pentru genele separate (care codifică proteinele), cît și pentru secvențele mai scurte, care sînt mult repetate și dispersate în genom.

Geneticienii sînt constrînși să adopte conceptul revoluționar de genom fluid. ADN-ul din nucleul celulelor, considerat anterior static și neschimbător, pare a fi cel puțin la fel de dinamic și flexibil ca restul organismului. O parte substanțială din toate genoamele eucariotice constă din copii multiple ale elementelor genetice mobile, care se pot transpune sau pot sări în alte poziții. Astfel de transpoziții precum și rearanjările ADN-ului și amplificarea și distrugerea genelor se produc ca parte a dezvoltării normale sau ca răspuns la schimbările mediului, atît în celulele somatice, cît și în cele germinale.

Gabriel Dover, de la Universitatea din Cambridge, și Richard Flavell, de la Plant Breeding Institute (Anglia) au sugerat că fluctuația ADN-ului, în dinamica lui proprie, poate duce la evoluția unei specii noi, cu totul independent de selecția naturală.

Conceptul actual de ereditate trebuie să fie reformulat. În loc de un lanț liniar de comandă, de la ADN la genotip, există un complex de procese de feedback (conexiune inversă — în special în sistemele cibernetice — principiu esențial al autoreglării; retroacțiune) întreținute. Nucleul comunică cu citoplasma, iar celulele comunică cu celulele. În timpul dezvoltării, interacțiunile dintre straturile de celule induc formarea de țesuturi. În relația dintre organism și mediul înconjurător procesele interne sînt orchestrate și coordonate. Moștenirea este o proprietate a întregului sistem; ea nu reprezintă numai genele din nucleu.

Într-un anumit sens noua concepție nu este nicidecum nouă. Multe dintre limitările abordării darwiniste a problemei au fost evidențiate mai demult, de St. George Mivart, Samuel Butler și D'Arcy Thomson. Astăzi avem la dispoziție o imensă zestre de cunoștințe în matematică, fizică, chimie, biologie moleculară și multe altele, pe care nu au avut-o predecesorii. Abia acum încep să se dea răspunsuri la întrebările importante care au fost puse cu mulți ani în urmă, în acest domeniu.

Gregor Mendel și genetica

Se întîmplă uneori ca descoperiri științifice remarcabile să nu-și găsească împlinirea la apariția lor, iar ecoul stîrnit de ele să fie receptat peste multe decenii. Așa s-a întîmplat cu lucrările de biometrie (cercetarea organismelor și organelor prin măsurare), efectuate statistic, și cu studiul încrucișărilor între varietăți de aceeași specie, care, chiar dacă au fost realizate pe la mijlocul secolului al XIX-lea, și-au căpătat întreaga semnificație la începutul veacului al XX-lea. Ele au constituit fundamentele unei discipline noi, care a cunoscut o amploare și o importanță considerabile — am numit genetica sau știința eredității.

Se spune îndeobște că legile eredității au fost descoperite de călugărul ceh Gregor Mendel și se mai spune că Mendel este la fel de important pentru biologie, ca Newton pentru fizică.

Cum se face că un obscur călugăr dintr-o mînăstire pierdută la marginea Carpaților, în Moravia, a realizat o descoperire fundamentală în știință? Pare surprinzător, avînd în vedere că biologia s-a dezvoltat în marile universități din Europa Occidentală. Și totuși, dacă pătrundem în epoca lui Mendel și înțelegem mai bine pe omul și pe savantul G. Mendel, aura legendei lui va fi mai puțin densă.

Mendel s-a născut în 1822 în Heizendorf (Silezia) (azi Hynčice) dintr-o familie de țărani săraci. În ciuda dificultăților financiare și a unor îmbolnăviri repetate, fiind un tînăr înzestrat, a urmat cursurile Universității din Olomouc, între anii 1840 și 1843. În 1843, strîmtorat financiar, a intrat în mînăstirea Sfîntul Toma din Brunn (azi Brno). Mînăstirea augustină avea un statut deosebit. Departe de a duce doar o viață contemplativă, călugării mînăstirii aveau și sarcini universitare: ei predau științele (matematică, fizică, istorie naturală) la Institutul Filozofic (Universitatea) și la Colegiul Teologic (să nu ne mirăm: călugării au avut în mod tradițional sarcini de profesori). În consecință, cei mai mulți călugări făceau și cercetare științifică.

Mînăstirea era un lăcaș de înaltă cultură. Avea o bibliotecă importantă și colecții de plante (ierbare) și de minerale. Din 1827 mînăstirea era condusă de părintele superior Franz Cyril Napp, un entuziast al științei, care depunea eforturi susținute în dezvoltarea atît a științelor în Brno, cît și în promovarea cercetării științifice în mînăstire, cu un accent special pe cercetarea agronomică. În 1830 a înființat o grădină experimentală, iar în 1844, o seră.

Pe de altă parte, în contextul general european situația era extrem de favorabilă dezvoltării cercetărilor științifice. În primul rînd, interesul pentru știință era legat de tradiția din Moravia. Brno nu e departe nici de Praga, nici de Viena, unde predarea științelor a început în secolul al XIV-lea. Olomouc avea universitate din secolul al XVI-lea. În al doilea rînd, sfîrșitul secolului al XVIII-lea și începutul celui de-al XIX-lea au fost marcate de dezvoltarea societăților savante, al academiilor de științe etc., la inițiativa intelectualității cîștigate de filozofia iluministă, intelectualitate dotată cu gustul culturii științifice.

Ca urmare a acestor tendințe, în 1836, la o ședință a Societății Crescătorilor de Oi, profesorul de agronomie J. K. Nestler, de la Universitatea din Olomouc, a făcut o intervenție memorabilă, susținînd că ameliorarea selecției artificiale impunea ca în prealabil să fie clarificate legile eredității. Abatele Napp, devenind un membru influent al Comitetului Director al Societății de Agricultură, ca președinte al Societății de Pomologie, acordă întreaga

atenție acestei probleme. În încheierea discuției asupra selecției artificiale, el conchidea că ar trebui știut „ce este transmis și cum se transmite de la o generație la alta". El era încredințat că avea de a face cu un subiect de cercetare fundamentală, ce trebuia abordat prin metode experimentale.

Johan Mendel, rebotezat Gregor, a fost trimis la Viena, între 1851 și 1853, pentru a-și desăvîrși studiile. La Universitatea din Viena el a avut profesori vestiți ca Ch. Doppler și biologul Franz Unger, care propagau idei evoluționiste. Un episod important în evoluția științifică a lui Mendel s-a petrecut la examenul dat cu profesorul Fenzl. Mendel susținea că polenul și ovulul au roluri egale în dezvoltarea ulterioară a fructului. Fenzl, care admitea teoria eronată potrivit căreia toată zestrea genetică este adusă de polen, l-a trîntit la examen. Încă de atunci Mendel și-a pus problema realizării unor experiențe de hibridizare, pentru a dovedi experimental adevărul susținut de el.

Reîntors la Brno, Mendel s-a lansat cu hotărîre în cercetarea științifică, cu scopul de a înțelege legile hibridizării vegetalelor. Cunoștea bine botanica de la învățătorul din satul natal. Știa să îngrijească plantele și să facă altoiri. La mînăstire a ameliorat plante ornamentale, legume, pomi fructiferi. A creat o varietate de fuchsia, cunoscută sub numele de „fuchsia Mendel".

Experiențele prin care a descoperit legile eredității au fost făcute între anii 1856 și 1863, în grădinița de 7×35 m^2, din mînăstire, în care a cultivat 27 000 de plante (mazăre de 34 de varietăți) și a observat foarte atent 300 000 de boabe și 12 000 de plante! În 1865 a ținut o serie de conferințe la Societatea de Istorie Naturală din Brno, comunicînd rezultatele obținute, iar în anul următor a publicat un articol de 44 de pagini, în Dările de Seamă ale Societății, asupra comportării ereditare a unor caractere la hibrizi. Cu mare abilitate, Mendel a folosit un material foarte potrivit pentru evidențierea fenomenului: varietăți de mazăre care nu diferă între ele decît prin caractere clare și puține: culoarea florilor, aspectul boabelor. Folosind o metodă simplă și riguroasă, el și-a îndreptat atenția asupra unui caracter unic și, operînd

asupra unui număr mare de plante, a studiat rezultatele obținute din punct de vedere statistic.

Astfel, după ce a fecundat o floare de mazăre cu boabele netede, cu polenul unei flori cu boabe încrețite, Mendel a constatat că hibridul obținut are toate boabele netede. Semănînd aceste boabe și lăsînd să se fecundeze între ele plantele obținute, el a observat că trei sferturi din noua generație au boabele netede, în timp ce celălalt sfert are boabe încrețite. A remarcat că această ultimă fracțiune produce plante cu boabele încrețite, iar întoarcerea la caracterele unuia dintre părinți este definitivă. În ceea ce privește boabele netede, în timp ce o treime dintre ele (un sfert din total) dau naștere la plante cu boabele netede, la care se manifestă același fenomen de întoarcere la caracterele originare ale unuia dintre părinți, celelalte două treimi dau un rezultat de ansamblu analog celui obținut cu primul lot de boabe. Experiențele ulterioare au confirmat că, la fiecare generație, un sfert dintre exemplare se întorc la una dintre formele inițiale, un sfert la cealaltă formă, iar jumătate, asemănătoare ca aspect cu unul dintre părinți, arată caracterul lor de hibrid.

Studiind atent aceste rezultate, Mendel a reușit să le interpreteze într-un mod care a rămas aproape definitiv pînă astăzi. El a admis coexistența în hibrid a caracterelor opuse, A și A', ale celor doi părinți, dar a presupus că unul dintre aceste caractere este predominant (se exteriorizează). În organele reproducătoare aceste caractere antagonice se disociază, fiecare granulă de polen sau fiecare ovul neposedînd decît un A sau un A'. Astfel, orice boabă care rezultă din încrucișarea celor doi hibrizi sau din autofecundarea aceleiași plante poate proveni din patru combinații diferite, dar egal probabile: notînd cu M masculul și cu F femela, obținem combinațiile: $MA \times FA$; $MA \times FA'$; $MA' \times FA$; $MA' \times FA'$.

Prin aceasta se explică în mod clar că primul și ultimul dintre cazurile observate corespund întoarcerii la unul dintre tipurile inițiale, în timp ce în celelalte două combinații coexistă cele două caractere opuse, exteriorizîndu-se doar dominantul.

Pe aceste baze Mendel a stabilit legea segregării independente a versiunilor unui caracter și legea resortării independente a versiunilor unui caracter, care reprezintă de fapt pilonii teoriei eredității și geneticii moderne.

Astăzi legile lui Mendel se explică ușor prin existența perechilor de cromozomi în patrimoniul genetic. Acești corpusculi celulari în formă de bastonașe poartă ceea ce numim genele. Pentru caracterele observate de Mendel există două versiuni diferite. Astăzi se știe că genele răspunzătoare de aceste caractere sînt ele însele versiuni diferite (au structură biochimică ușor diferită). Aceste versiuni se numesc alele.

Cu ajutorul noțiunilor de cromozomi și de alele regăsim fenomenele biologice care stau la baza legilor lui Mendel. În momentul formării celulelor sexuale, perechile de cromozomi se separă. Fiecare spermatozoid sau fiecare ovul poate purta deci numai una dintre cele două alele ce determină un caracter dat. Aceasta explică fenomenul de segregare. În consecință, este foarte ușor de stabilit, printr-o matrice, proporțiile teoretice ale diferiților descendenți ce rezultă dintr-o încrucișare între hibrizi (ele sînt $3:1$, pentru prima lege, și $9:3:3:1$, pentru cea de-a doua).

Unii savanți s-au mirat că un simplu amator, care nu reușise la examenele pentru a ajunge profesor, lucrînd într-un domeniu care fusese de un secol obiectul a numeroase și minuțioase cercetări, a putut ajunge la rezultate atît de importante.

Studiind sursele de inspirație posibile, C. Zirkle a arătat că Mendel a cunoscut lucrările publicate asupra hibrizilor de către Thomas Knight, Augustin Sageret, Karl von Gärtner, Johan Dzierzon. Ele l-au orientat desigur în alegerea și interpretarea experiențelor. Înainte de Mendel, elementele constitutive ale mendelismului fuseseră descoperite separat, unele de către specialiștii hibridizării vegetale, celelalte de către apicultori. Foarte puțini biologi erau la curent cu rezultatele obținute în aceste două domenii. Mendelismul a fost creația unui cercetător care în același timp hibridiza plante și creștea albine.

În 1868 Mendel a fost ales superior al mînăstirii și nu a mai lucrat în domeniul eredității. Deși publicată în 1865, descoperirea sa fundamentală nu a suscitat reacții importante și savantul a murit în 1884, ignorat de comunitatea științifică. La aceasta a contribuit probabil și insuccesul

lui Mendel în hibridizarea plantei *Hieracium* și iată de ce. După publicarea lucrării sale, Mendel a trimis un extras lui Carl Nägeli, botanist renumit, expert în hibridizări. Nägeli n-a crezut cele citite și i-a cerut lui Mendel să-și testeze teoria pe *Hieracium*, plantă în care Nägeli era specialist. Mendel a fost astfel împins la un dezastru științific, deoarece aceste plante prezintă uneori un mod de reproducere anormal: partenogeneza (ovule nefecundate se pot dezvolta într-un individ adult). În acea vreme nu se știa nimic despre partenogeneză! În mod fatal, Mendel nu a regăsit rezultatele obținute pe mazăre. Ele corespund numai la reproducerea sexuală normală. Mendel a purtat o lungă corespondență cu Nägeli, dar nu l-a putut convinge. Așa cum zicea istoricul american Zirkle: „Nägeli va rămîne în ochii posterității ca marele biolog care nu a putut înțelege mendelismul, deși a avut neprețuitul privilegiu de a-i fi fost explicat chiar de însuși Mendel".

În 1884, în tratatul său, Nägeli nu pomenește nici un cuvințel despre Mendel, în capitolul consacrat hibridizării. Istoria științei conține, se vede, aceste jocuri ale răului, în care binele nu poate pătrunde nici dacă este evident.

Pasteur și agenții patogeni

Evenimente, fapte științifice certe pînă într-o anumită perioadă, prin renunțarea unora la modelele vechi, prin convingerea altora cu ajutorul unor fine operații de cercetare, sînt uneori irevocabil detronate; iar pînă cînd știința este în stare să convingă că pot exista și căi mai bune, acele evenimente, acele fapte rămîn aproape neschimbate secole la rînd, chiar în zilele noastre, cînd evenimentele științifice se succed uneori cu repeziciune.

Credința că din materia moartă se pot naște direct ființe (chiar ființe superioare) este foarte veche, deși ea contrazice toate dogmele religioase. Poeții, filozofii și naturaliștii din vechime, de la Aristotel pînă la Pliniu cel Bătrîn, admiteau generația spontanee, numită și heterogeneză, abiogeneză, generație aparentală.

Mai tîrziu, această credință a evoluat, admițîndu-se că numai ființele unicelulare s-ar naște ori s-au născut o dată în mod spontan din materie minerală sau organică. Această

credință este exprimată în scrierile lui Darwin, Haeckel, Perrier etc.

Observații atente și anumite experiențe au început însă, de la un moment dat, să arate contrariul. Un medic italian, Francesco Redi, punînd o simplă pînză pe o bucată de carne expusă la aer, a dovedit că muștele, atrase de miros, depun ouă pe carne, din care ies larve, care, pînă atunci, se credea că sînt produse de însăși carnea, prin generație spontanee. Vallisneri a arătat că viermii din fructe sînt simple larve de insecte, ieșite din ouă.

Este cu totul surprinzător faptul că invenția microscopului a permis inițial aducerea unor argumente noi în susținerea vechilor teorii. În 1678 olandezul Loewenhoeck a descoperit ființele din infuziile de fîn, pe care el le credea că provin din germenii ce plutesc în aer și pe care, după un secol, Wrisberg le denumește „infuzoare".

În 1747, un preot irlandez, abatele Needham, pune materii la putrezit, în vase închise cu dopuri de plută, și le așază în cenușă încălzită. El observă o sumedenie de ființe microscopice, pe care pretinde că le-a obținut experimental, prin generație spontanee. Un alt preot, italian de data aceasta, Spalanzini, a găsit că vasele confratelui său nu erau suficient de bine încălzite, pentru a ucide sporii de tot felul din acele materii, și nici bine închise, pentru a le pune la adăpost de pătrunderea acestor spori din aer. Încălzind în apă clocotită vase cu asemenea materii, vase ermetic închise, și examinîndu-le apoi conținutul la microscop, nu a mai găsit nici o ființă în 19 vase. Adevărul părea să se întrevadă.

Între timp, Lavoisier arătase că fermentația alcoolică constă dintr-o simplă dedublare a zahărului în alcool și CO_2. Cauza nu era cunoscută. Teoria dominantă a vremii era cea a lui Liebig; el susținea că fenomenele observate sînt datorate mișcării interioare ce se produce în lichidele ce fermentează, sub influența unor substanțe în descompunere. Deci moleculele materiei ce se descompune ar imprima mișcarea de care sînt animate moleculele substanței ce fermentează, determinînd astfel descompunerea lor. Cagnard-Latour, care examinase la microscop drojdia de bere, se convinsese, înainte de Liebig, că are sub ochi o plantă, ce se înmulțește prin înmugurire, și care acționează asupra zahărului.

În 1858, Pouchet, scriitor talentat și apărător fervent al vechii teorii a generației spontanee, pretindea că a făcut o serie de experiențe, care ar fi dovedit că „s-ar putea naște animale și plante într-un mediu complet lipsit de aer atmosferic și în care deci nu a putut pătrunde nici un germene".

În acest moment dificil pentru istoria problemei intră în scenă Louis Pasteur.

Louis Pasteur s-a născut la Dôle (Jura), în 1822, ca fiu al unui tăbăcar, fost ostaș în armata lui Napoleon I. Era un copil atent și impresionabil, cu înclinație spre desen. În 1840 își trece bacalaureatul, fără mare succes, la Besançon. Este mediocru, chiar la chimie. Avea o timiditate înnăscută. A urmat Școala Normală din Paris (admis la a doua serie de probe, al cincisprezecelea din 22 de candidați). Însă la concursul pentru un post de profesor de liceu (post de fizică) iese al treilea, din 14 candidați. Juriul ține să specifice că va fi „un excelent profesor".

În 1847 Pasteur își ia doctoratul în chimie și fizică. Are 26 de ani. Izbucnește revoluția. Ca republican, își dă toate economiile, 150 franci, pentru republică. Mai tîrziu, urmînd sfaturile marelui fizician Biot, se consacră cristalografiei. Face descoperiri importante în chimie. Studiază acizii malic, aspartic, racemic. Lucrează intens. Pe cînd se vîntura ideea alegerii sale ca membru al Institutului Franței (vestitul Institut de France), Biot îi scrie: „Nu asculta sfaturile oamenilor, care, fără a cunoaște terenul, te atrag să dorești și chiar să obții o distincție care ar fi mai presus de titlurile reale și recunoscute, pe care le posezi. Cît despre accidentele care provin sau depind de capriciile oamenilor, să ai curajul să le disprețuiești, măcar cîtăva vreme. Nu te tulbura și urmează neobosit cursul marii cariere în care ai intrat. La sfîrșit, răsplata este cu atît mai sigură și mai puțin contestabilă, cu cît va fi meritată prin probe mai strălucite".

În 1854 este numit profesor și decan al Facultății de Științe, din Lille. În 1860 primește premiul de fiziologie experimentală, al Academiei de Științe. Pasteur a suferit în 1868 o zdruncinare gravă a sănătății, care l-a lăsat hemiplegic (semiparalizat), fără ca aceasta să-l oprească din drumul descoperirilor sale. Este ales membru al Academiei Franceze; la 27 aprilie 1882, Renan îl primește în

Academie cu cuvintele: „Viața dv. științifică este ca o rază de lumină în marea noapte a infinitului mic, în aceste ultime adîncuri ale ființei, unde se naște viața".

Se stinge din viață în 1895 și este îngropat la Institutul Pasteur, din Paris.

Cea mai mare parte a activității sale a fost dedicată studiului agenților patogeni. Cînd s-a decis să pornească la rezolvarea problemei generației spontanee, i-a scris prietenului său, fizicianul Chappuis, pe atunci profesor de filozofie la liceul din Besançon: „Urmăresc cît se poate de atent aceste studii asupra fermentației, care prezintă un mare interes, prin legătura lor cu taina de nepătruns a vieții și a morții. Sper să fac în curînd un pas decisiv, rezolvînd, fără cea mai mică confuzie, chestiunea celebră a generației spontanee. Aș putea să intervin încă de pe acum, însă vreau să mai continui experiențele". Problema era considerată de către savanții serioși insolubilă. Mari savanți, ca Biot și Dumas, au intervenit pe lîngă Pasteur pentru a nu aborda acest subiect. Biot îi scria că „urmărește o himeră și că problema fiind insolubilă, nu o va putea scoate la capăt".

În experiențele sale asupra fermentației, Pasteur a plecat de la ideea că fermentația este ceva viu, care crește. El a dovedit experimental că fermentația este un act legat de viața fermentului. A studiat întîi fermentația lactică și a descoperit agentul provocator: *bacillus acidi lactici*. A publicat rezultatele într-un memoriu de 15 pagini, în 1857. Memoriul conține în fașă toată opera de mai tîrziu a lui Pasteur: ideea specificității germenilor în fermentație, ideea unui mediu potrivit cu natura fermentului, metoda culturilor pure, acțiunea antisepticelor.

În 1868 Pasteur publică memoriul asupra fermentației alcoolice. El arată că această fermentație este un act complex, în care se produce și acid succinic și glicerină. A cultivat levura *Saccharomices Cerevisiae* și a arătat că ea poate duce două feluri de vieți: una cu aer (cînd crește fără fermentație) și alta fără aer. „Fermentația este viață fără aer" conchide Pasteur. Pasteur a mai publicat și un memoriu asupra fermentației butirice, i-a descoperit agentul și a dovedit că este anaerob.

În laboratorul său, instalat în clădirile auxiliare ale Școlii Normale, prin experiențe simple dar ingenioase, a

dovedit că orice materie organică (sînge, carne, urină), dacă este sterilizată și pusă la adăpost de germenii care plutesc în aer,. nu este capabilă să dea naștere la ființe. Viața nu se naște decît prin filiație din altă viață. Omne vivum ex vivo!

Pentru a dovedi netemeinicia teoriei generației spontanee, lui Pasteur nu i-a fost suficient laboratorul. Pentru a se convinge că zonele superioare ale atmosferei sînt lipsite de germeni, a urcat Alpii, pe ghețarul „La mer de glace", cu 20 de baloane de sticlă, sterile, pline cu diverse lichide nutritive. Acolo, sus, le-a deschis cu multă precauție și a constatat că numai conținutul unuia dintre ele se alterase.

Din riguroasele experiențe ale lui Pasteur a rezultat filtrul Pasteur-Chamberland și tehnica flambajului, operație curent utilizată în orice laborator de bacteriologie. A triumfat definitiv teoria germenilor și ideea specificității lor, cu consecințe practice enorme. A fost dezvoltată practic operația de pasteurizare, care constă în protejarea vinurilor prin încălzire la 50—60°C și în sterilizarea laptelui, prin trecerea lui prin tuburi încălzite la 80°C.

Întreaga tehnică a sterilizării în chirurgie își are originea în cercetările lui Pasteur. Chirurgul englez Lister introduce în medicină antisepsia, pe baza teoriei germenilor, a lui Pasteur, iar în 1874, mîndru de rezultatele obținute, îi scria lui Pasteur: „Dacă veți veni vreodată la Edinburgh, va fi, cred, o adevărată recompensă pentru dv. să vedeți în spitalul nostru în cît de largă măsură a profitat speța umană de pe urma lucrărilor dumneavoastră."

Cu geniul său nemăsurat și avînd în spate realizările din domeniul germenilor patogeni, tîrziu, începînd cu anul 1880, a cercetat cauzele și a găsit vaccinul pentru o boală care făcea ravagii în acea vreme, turbarea.

Pînă la Pasteur nu se știa mai nimic despre această boală: nici cauza, nici sediul ei. Leacurile vremii erau fierul înroșit sau înăbușirea bolnavului între două saltele. În 1880 un copil a murit în chinuri, în clinica profesorului Lannelongue. Pasteur a recoltat mucozități din gura copilului, le-a pus în apă și le-a inoculat unor iepuri de casă. În 36 de ore au murit toți. Pasteur a încercat diverse medii de cultură, dar nu a reușit să găsească agentul patogen al bolii. Azi virusul turbării este clasat printre virusurile filtrabile.

Fără a cunoaște deci cauza bolii, Pasteur a abordat problema leacului bolii. Roux, care urma să-și dea doctoratul în turbare, i-a sugerat ideea că sediul bolii ar putea fi scoarța cerebrală și măduva spinării, turbarea terminîndu-se cu paralizia. Pasteur s-a gîndit să folosească drept substanță pentru inoculări materia nervoasă. Cu metoda trepanării și a inoculării directe, în creier, imaginată de Roux, Pasteur a putut scurta perioada de incubație. Au urmat sute de experiențe pe cîini, iepuri, cobai. Laboratorul pe care-l avea la Școala Normală se umpluse de cuști cu animale și de urlete lugubre.

În cele din urmă, Pasteur a căutat să atenueze virusul. Se spune că, la un moment dat, uitase de un creier de iepure turbat, care s-a uscat după mai multe zile. Într-una dintre zile, găsindu-l din întîmplare, i-a spus asistentului său: „Ia-l și aruncă-l! Nu mai e bun de nimic!" În timp ce asistentul său scotea cu grijă creierul afară, Pasteur rămăsese gînditor; deodată fu străfulgerat de o idee și exclamă: „Ia stai! Vino cu el înapoi!" L-a luat, l-a mărunțit în apă și l-a inoculat unui animal care a fost ulterior infestat cu turbare în mod obișnuit. Animalul nu s-a mai îmbolnăvit. Descoperirea vaccinului antirabic fusese făcută.

În experiențele ulterioare, mai precise, Pasteur lua măduva de la un animal turbat și o usca la 23°C. Măduva pierdea din virulență, pînă ce în 14 zile devenea inactivă. Sfărîmată în apă și inoculată, în grade succesive de virulență crescătoare, cîinilor, oricît de rău ar fi fost mușcați de alți cîini, cîinii inoculați nu mai turbau.

Oamenii mușcați de cîini turbați nu se îmbolnăveau de obicei decît la mult timp de la mușcătură (o lună sau mai mult). Astăzi, luați în pripă și supuși celor 13 injecții, pot fi salvați.

La insistența lui Pasteur s-a înființat la Villeneuf-L'Étang, lîngă Paris, un institut antirabic, necesar cercetărilor sale. A ezitat să extindă însă tratamentul la om. El spunea: „Chiar dacă aș înmulți cazurile de profilaxie la cîini, mi se pare că mîna îmi va tremura cînd va fi să trec la om".

În 1855 a fost adus în laboratorul său un copil de 9 ani, cu 14 răni făcute de un cîine turbat. Pasteur a suferit enorm cînd a văzut copilul. Vulpian (profesor la Facultatea de medicină din Paris) l-a convins să înceapă tratamentul. A făcut inoculările sub piele, în coapsă. În timpul tratamentului nu a putut dormi nopți în șir. Văzînd că copilul merge mai bine după ultima injecție, i-a scris ginerelui său, Vallery Radot: „Se pregătește poate unul dintre marile fapte medicale ale secolului și vei regreta pentru că nu ai asistat la aceasta". Copilul a ieșit din laborator și a fost încredințat spre supraveghere doctorului Grancher. Micul pacient a plecat apoi acasă, în Alsacia, și nu s-a mai îmbolnăvit de turbare. Povestea s-a repetat cu ciobănașul Jupille. Succes total, explozie de entuziasm și popularitate enormă au constituit recompensele pe care le-a primit Pasteur.

Prin lucrările lui Pasteur în această direcție a fost fundamentată teoria imunității, cu deosebita ei fecunditate pînă în zilele noastre, cînd grefele de organe impun aprofundarea ei pe plan teoretic și aplicativ.

Istoricul științei, P. de Kruif, spunea despre Pasteur: „. . . a fost un pasionat scotocitor; mintea sa născocea necontenit teorii juste, uneori chiar geniale, dar și ipoteze false", a căror utilitate nu este de neglijat nici ea, adăugăm noi.

Între toate marile figuri ale biologiei secolului al XIX-lea personalitatea lui Pasteur ocupă un loc aparte prin originalitatea și prin exemplara punere în practică a metodelor sale, prin importanța descoperirilor sale și prin consecințele lor. El a dezvăluit și a explorat o întreagă lume biologică, pînă atunci necunoscută, cea a microbilor, a pus în evidență însemnătatea ei capitală și practică și a creat tehnici noi, de importanță hotărîtoare în domeniile științei pure și ale aplicațiilor ei în viața omului. Creator al biologiei experimentale, Pasteur a relevat rolul capital al celor mai primitive microorganisme, revoluționînd astfel medicina, chirurgia și diverse industrii. Opera sa marchează o etapă esențială în cunoașterea naturii și forțelor sale puse în slujba omului.

Victor Babeș și fondarea microbiologiei moderne

Descoperirile lui Pasteur au avut un puternic ecou în întreaga lume. Undeva în estul Europei, un savant român de mare valoare a continuat și dezvoltat cercetările ilustrului înaintaș.

Victor Babeș s-a născut la 28 iulie 1854, la Viena. A studiat în țară și la Budapesta, ca bursier al statului român. În 1878 și-a luat doctoratul în medicină, la Viena. A devenit apoi asistent și docent la Facultatea de Medicină din Budapesta, în perioada 1874—1885.

După mai multe specializări în cîteva capitale vest-europene, s-a reintors la București, unde a rămas pînă la sfîrșitul vieții, ca profesor de anatomie patologică și bacteriologie, la Facultatea de Medicină (1887—1926). Babeș a fondat, în 1887 Institutul de Patologie și Bacteriologie din București, înființînd astfel primul institut de cercetări din România. În 1888 a organizat unul dintre primele centre de vaccinare antirabică din lume, după cel al lui Pasteur.

Victor Babeș a fost apreciat de însuși Pasteur ca unul dintre cei mai competenți specialiști în problema turbării, atît datorită studiilor sale referitoare la anatomia patologică a acestei boli, cît și grație perfecționărilor pe care le-a adus tehnicilor de vaccinare antirabică; metoda terapeutică preconizată de el în cazul mușcărilor grave și multiple, cum ar fi cele de lup, a devenit cunoscută pe plan mondial ca „metodă românească de tratament antirabic".

Împreună cu savantul francez André-Victor Cornil, Babeș a publicat, în 1885, la Paris, primul tratat complet de bacteriologie din lume. El a descris peste 50 de germeni patogeni, pe care i-a individualizat și i-a prezentat amănunțit.

Victor Babeș s-a distins descoperind așa-numitele babesii, microorganisme care produc apariția unui întreg grup de boli la animalele domestice. A fost un pionier al studiului variabilității microbilor și a anticipat posibilitatea folosirii antibioticelor pentru a controla evoluția bolilor infecțioase. A aplicat în tratamentele preventive și curative imunoseroterapia.

Victor Babeş a adus contribuţii de valoare la studiul turbării, al leprei, al difteriei şi al tuberculozei. El a fost unul dintre promotorii activi ai medicinei sociale din România. S-a ocupat de tratamentul pelagrei, supunînd la microscop mălaiul mucegăit şi fermentat, nefiert, mîncat de populaţia sătească nevoiaşă. Profesorul rus Moskovski spunea: „Calea durabilă, legată de numele lui Babeş în istoria medicinii, este sinteza dintre cauzalitate (cauza microbiană, văzută în sensul dat de Pasteur şi de Koch) şi efect (adică leziuni înţelese în sensul dat de Rudolf Virchow, dar şi tulburări generale în sensul dat de Rokitanski)".

Alexander Fleming şi penicilina

Încă din secolul I al erei noastre, medicul şi botanistul Dioscorides, precum şi contemporanul său, enciclopedistul roman, Plinius cel Bătrîn, au făcut observaţii asupra proprietăţilor antibiotice ale anumitor substanţe. Farmacopeea antică folosea adesea preparate cu ingrediente antibiotice. Astfel, Plinius cel Bătrîn arăta că înaintea operaţiei de cataractă (operaţie pe ochi, deci) se introducea în ochiul bolnav sevă din planta *Anagallis*.

Peste veacuri, în 1875 au fost observate proprietăţile bactericide ale unor specii de *Penicillium*, de către biologul englez J. Tyndall, cînd încerca să combată prin experienţe teoria generaţiei spontanee. Observaţii analoage fuseseră făcute de Pasteur şi de elevul său Joubert, în 1877, pe bacteria care produce boala numită cărbune sau dalac. Cînd această bacterie este însămînţată pe medii de cultură, ea creşte foarte abundent. Dacă însă mediul de cultură este contaminat cu microbi din aer, dezvoltarea acestei bacterii este mult împiedicată şi chiar blocată. Se înregistra astfel, pentru prima oară, faptul că o substanţă produsă de un microorganism oarecare este în stare să influenţeze creşterea unui alt microorganism. Această acţiune, ce reprezintă de fapt un aspect al luptei pentru existenţă în lumea infinitului mic, a fost numită de biologi acţiune antibiotică sau acţiune bacteriostatică.

Un moment de referinţă în istoria antibioticelor îl constituie prepararea, în 1897, prin filtrare, a unui extract de bacil, *Pseudomonas pyocyanea*, de către Rudolf Emmerich

şi Oscar Löw. Extractul prezenta o anumită activitate împotriva diverselor bacterii, dar, fiind toxic, descoperitorii germani au abandonat aplicarea lui terapeutică.

Adevărata istorie a penicilinei începe în 1928. Pe cînd studia mutaţiile unei colonii de stafilococi, biologul englez Alexander Fleming (1881—1955) a observat la microscop că una dintre plăcile de cultură fusese contaminată cu un organism provenit din exterior. Acest fapt ar fi putut părea un accident, de altfel obişnuit în multe laboratoare. Dar, în loc să neglijeze incidentul, Fleming a început să observe în detaliu preparatul. La un moment dat a observat un fenomen surprinzător: coloniile de stafilococi ataţaţi de ciuperca microscopică au devenit transparente într-o zonă largă ce înconjura zona iniţială de contaminare (fig. 15). Fleming s-a gîndit că această acţiune nu putea fi datorată decît unei substanţe antimicrobiene, secretată de microorganismul perturbator, difuzată în suportul preparatului. S-a hotărît atunci să studieze sistematic proprietăţile acestei secreţii cu activitate antimicrobiană. După un timp, Fleming a pus în evidenţă acţiunea antibiotică a secreţiei unei ciuperci microscopice *(Penicillium notatum)* asupra coloniilor de stafilococi, foarte sensibile la

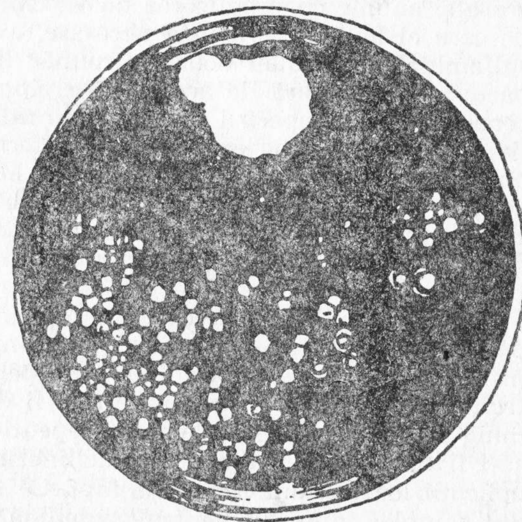


Fig. 15.

această manifestare a antagonismului microbian, secreție pe care el a numit-o penicilină.

Fleming s-a apucat să studieze principalele proprietăți ale substanței secretate de ciuperca ce îi contaminase accidental placa. Folosind în mod abil tehnica de laborator, el a studiat acțiunea selectivă asupra diverselor specii de microbi. A demonstrat apoi pe iepuri și pe șoareci lipsa de nocivitate în contact cu leucocitele organismelor vii. A mai arătat că chiar și în soluție diluată puterea ei antimicrobiană era superioară celor mai puternice antiseptice (cum ar fi acidul fenic).

La opt luni după observația inițială, Fleming a publicat rezultatele în „British Journal of Experimental Pathology“, sub titlul *Asupra acțiunii antimicrobiene a culturilor de Penicillium, cu referire specială la folosirea lor în izolarea gripei B.* Lucrarea n-a avut un răsunet prea mare. Fleming ignora literatura anterioară asupra inhibiției bacteriene de către mucegaiuri, se pronunța vag asupra stabilității și proprietăților chimice ale penicilinei și nici nu folosea măcar argumentele din puținele experiențe pe care el însuși le făcuse asupra potențialului ei terapeutic.

Aceste lucruri sînt explicabile, avînd în vedere faptul că în acel timp Fleming era foarte ocupat cu o altă lucrare și anume cu producerea de vaccinuri antibacteriale, pe care el le considera încă necesare, avînd în vedere că sulfamidele controlau doar un număr limitat de infecții bacteriene. În afară de acestea, Fleming nu realiza toate consecințele descoperirii sale pentru medicină. În plus, activitatea lui Fleming era probabil puternic influențată de opiniile șefului său de la spitalul St. Mary, Sir Almroth Wright. Unul dintre principiile lui Almroth, fără sens în cercetarea biologică, era: „Un experiment este suficient, dacă este corect făcut, pentru a stabili adevărul principiului“.

Astfel Fleming găsise că după injectarea într-un cobai penicilina dispărea din sînge în 30 de minute, în timp ce în laborator ea avea nevoie de 4 ore pentru a omorî bacteriile. Această experiență pare să-l fi descurajat pe Fleming în a încerca experiențe terapeutice pe cobai, care să-l fi convins că utilizarea penicilinei nu era limitată la aplicații locale, cum credea de fapt. Ca urmare, el a pierdut complet interesul pentru penicilină, rămînînd s-o folosească doar ca un truc de laborator, util pentru izolarea bacteriilor rezistente.

Lichidul secretat de microorganismele de *Penicillium* rămînea greu de preparat și, fiind impur, instabil, părea a nu avea sorți de izbîndă pentru aplicațiile practice. În acea vreme privirile oamenilor de știință se îndreptau spre chimioterapie, fiindcă sulfamidele prezentau proprietăți antimicrobiene foarte bune.

O dată cu cercetările lui René Dubois (ce lucra în laboratoarele Fundației Rockefeller, din New York), care descoperise un nou antibiotic, tirotricina, susceptibil de aplicații clinice, a crescut puternic interesul oamenilor de știință față de fenomenul de antibioză.

În 1938 patologii Howard Florey și Ernst Chain, care lucrau în Marea Britanie, au alcătuit o echipă de colaboratori valoroși: biochimiști, biologi, patologi și clinicieni, cunoscută ulterior sub numele de „echipa din Oxford“, pentru a continua lucrările lui Fleming.

Între timp Fleming devenise cunoscut public datorită unor împrejurări mai curînd curioase. Ziarul „The Times“ a publicat un articol important despre penicilină, cerînd ca prioritatea descoperirii să aparțină lui Fleming. Cu această ocazie, spitalul St. Mary s-a grăbit să profite și să-și mărească contribuțiile benevole pe care se baza existența sa. Fondul de apel al spitalului a lansat o acțiune printr-o scrisoare publică; scrisoarea începea cu următoarele cuvinte: „Ați auzit de descoperirea penicilinei de către dr. Alexander Fleming. . .“; în finalul scrisorii se ofereau bilete de două guinee pentru o tombolă, în sprijinul spitalului.

După unele dificultăți, echipa din Oxford a reușit să prepare un produs solid, stabil, care conținea ca materie activă penicilatul de sodiu. Laboratorul a fost transformat repede într-o fabricuță. Florey a întreprins primele experiențe in vivo, pentru a vedea dacă produsul obținut își păstra proprietățile antimicrobiene în interiorul organismelor vii. Un anumit număr de cobai au fost injectați cu stafilococi și în timp ce o parte dintre ei (grupul martor) au fost lăsați în această stare, ceilalți au fost injectați cu preparatul de penicilat de sodiu. A doua zi cercetătorii au constatat, nu fără emoție, că șoarecii netratați muriseră, în timp ce cobaii supuși tratamentului cu penicilină

trăiau. Valoarea terapeutică a penicilinei fusese astfel convingător demonstrată.

Încercările terapeutice decisive, pe om, au fost făcute în 1941, în plin război mondial. La 12 februarie 1941 grupul de savanţi de la Oxford, care avea preparată o cantitate mică de penicilină, tratează primul bolnav, cu rezultate imediate, surprinzător de bune. În iunie 1941, dispunînd de o cantitate mai mare de penicilină, tratează şase bolnavi de o infecţie gravă a sîngelui: septicemia. Cu toate tratamentele cunoscute pînă atunci, septicemiile dădeau o mortalitate de aproape 100%. Dar, dintre cei şase bolnavi trataţi cu penicilină, patru se vindecară foarte repede şi complet, iar doi au murit, deoarece provizia de penicilină se terminase, iar tratamentul nu a mai putut fi continuat.

Datorită dificultăţilor de tot felul întîmpinate în Anglia, Florey şi unul dintre colegii lui, Heatley, au plecat în S.U.A., pentru a conduce eforturile cîtorva sute de cercetători şi tehnicieni, care aveau la dispoziţie puternice resurse materiale şi ajutor din partea Fundaţiei Rockefeller, pentru rezolvarea problemelor industriale legate de fabricarea penicilinei şi a celor medicale privind punerea la punct a aplicaţiilor terapeutice.

Primul bolnav tratat în S.U.A. a fost unul (se pare că un poliţist) care suferea de o infecţie generalizată a sîngelui, la 14 martie 1942. Bolnavul s-a vindecat în condiţii pe care medicii le-au numit „miraculoase".

În septembrie 1942 Florey s-a întors în Anglia, dar Heatley a rămas încă un an în S.U.A., cercetînd şi îmbunătăţind condiţiile de producere pe scară industrială a penicilinei. În Marea Britanie Florey a căutat să purifice cît mai bine penicilina şi să studieze efectele sale antibiotice, mai ales în aplicaţii locale. În 1943 Florey a fost trimis pe frontul din Africa, pentru a studia efectele penicilinei asupra rănilor infectate. După trei luni el s-a întors cu un raport, în care a descris rezultatele excelente obţinute. În 1944 Florey s-a dus la Moscova, pentru a pune la curent pe savanţii sovietici cu cercetările anglo-americane.

Cît a durat perioada de gestaţie a marii descoperiri? Zece ani! Dar punerea la punct a căii industriale şi generalizarea aplicării ei? Numai patru ani!

Fleming, un om inteligent, plăcut, cam taciturn, iubitor de jocuri de societate, căruia-i plăcea să-şi petreacă vacanţele la ţară, a fost recompensat, împreună cu Chain şi Florey, în 1945, cu Premiul Nobel pentru fiziologie şi medicină, pentru „descoperirea penicilinei şi a acţiunii ei terapeutice în diverse boli infecţioase". De data aceasta, chiar dacă Fleming şi-a abandonat cercetarea, descoperirea fiind ridicată pe culmi de alţii, societatea timpului n-a mai greşit şi a evidenţiat contribuţia descoperitorului, iniţiatorului acelei cercetări.

RIVALI ȘI ALIAȚI ÎN INVENȚIE

Povestea busolei

Proprietățile magnetice ale materiei au fost sesizate de oameni încă din antichitate. Prima semnalare a proprietăților magnetice ale substanței este atribuită lui Tales din Milet (580 î.e.n.). Cuvintele „magnetism", „magnet" se pare că provin de la numele provinciei grecești Magnesia și de la numele orașului Magnessa, în împrejurimile căruia s-au găsit „pietre magnetice" (zăcăminte de magnetit). Această versiune este susținută de Titus Lucretius Carus, în poemul său *De rerum natura*. După Plinius, cuvîntul magnet a fost denumirea dată pietrei găsite de ciobanul Magnes.

Cel mai vechi document referitor la folosirea busolei în Europa este un poem satiric, pe care Guyot de Provins l-a scris în 1190. În acest poem, intitulat *Biblia*, autorul spune direct că atunci cînd cerul este acoperit și cînd nu se pot vedea nici luna, nici stelele, navigatorii consultă acul magnetic. Se vorbește despre el ca despre un lucru cunoscut de mult.

În 1204 Jaques de Vitry a luat parte ca legat al papei Inocențiu al III-lea la războiul albigenzilor, în Palestina, pe vremea celei de a patra cruciade. Apoi a mers din nou în Țara Sfîntă, de unde a revenit, după ce stătuse cîțiva ani acolo. A murit în 1224.

El a scris *Historia orientalis*, în care, în prima parte, a făcut o descriere a Palestinei. În această carte se vorbește despre acul magnetic ca de un lucru nou. Magnetul este numit adamas, nume complet necunoscut celor vechi; autorul adăuga că magnetul ar fi fost descoperit în India și că atrăgea fierul, ca urmare a unor proprietăți oculte.

Cuvîntul francez „aimant" vine probabil de la „pierre aimante" (piatră iubitoare). La chinezi are un nume asemănător: thsu-chi. Prin anul 1250 poetul Gauthier d'Espinois scria într-un poem: „La fel cum acul se îndreaptă spre magnet, la fel totul se îndreaptă spre frumusețea care face obiectul acestor cîntece". Pentru prima oară piatra care atrage metale este numită magnet.

Într-o lucrare arabă din 1242, scrisă de Bailak și intitulată *Comoara negustorilor pentru recunoașterea pietrelor*, se spune că marinarii care navighează pe Marea Soroci, noaptea, cînd e întuneric și nu se văd stelele, iau un vas cu apă, pun acolo două bețișoare în cruce și pe ele pun o piatră de magnet cît palma. Cele două vîrfuri ale pietrei indică nordul și sudul. Bailak a folosit și el o astfel de busolă cînd a navigat de la Tripoli la Alexandria. „Marinarii care călătoresc pe Marea Indiilor, spunea el, pun să plutească pe apă, pentru a susține piatra magnetică, nu o cruce de lemn, ci un pește de fier, gol pe dinăuntru, la care capul indică polul nord sau polul sud".

Este aproape sigur că busola este o invenție chinezească foarte veche. Chinezii au folosit busola mai întîi pentru a călători pe uscat. Ei construiseră așa-numitele care magnetice, tschi-nan-kiu. Erau niște trăsuri cu două roți; înaintea scaunului se găsea o mică statuie, mobilă în jurul unui pivot; statuia avea un braț întins. În braț se afla o mică bară magnetică, iar brațul indica sudul. Împărații foloseau acest car pentru a se deplasa în vizite de lucru la mare distanță, în imensa lor țară. Inventatorul carului și al busolei este considerat împăratul Tsche-U-Kung (aproximativ 1 100 î.e.n.).

Uneori carele aveau etaj și, pe lîngă statuia care indica sudul, se aflau alte două statuete care indicau lungimea drumului parcurs, desigur printr-un mecanism de tipul hodometrului. La etajul superior se găsea una dintre aceste statuete și de fiecare dată cînd se parcurgea un li (mila chineză; 12,7 li=1 milă germană), se lovea o tablă, iar la fiecare 10 li, a doua statuetă punea în funcție un clopoțel.

Potrivit unei alte istorioare, carul a fost inventat de împăratul Huang-Ti, în timpul războiului împotriva unui rebel, cînd acesta a ridicat un nor de praf, pentru a dezorganiza armata imperială. Huang-Ti a construit atunci un car magnetic, cu care s-a orientat pe cîmpul de luptă și l-a învins pe rebel (era aproximativ prin anul 2364 î.e.n.).

Mult mai tîrziu, prin anul 658 (e.n.), primul car magnetic era transportat în Japonia.

Documentul cel mai vechi privitor la folosirea busolei în navigație apare pe vremea dinastiei tsin (anii 265—419). Ajutați de busolă chinezii ajungeau pînă în Ceylon și chiar la Ind, ba unii spun că parcurgeau mările pînă la Eufrat.

Dacă ne luăm după Klaproth, cuvîntul busolă provine din arabul miassola (săgeată).

Iată cam cum arată, pe scurt, o istorie mare despre un obiect mic.

Cine a inventat mașina cu aburi?

Descoperirea mașinii cu aburi este considerată a fi la fel de importantă ca și descoperirea busolei, a prafului de pușcă sau a tiparului.

Ca multe alte descoperiri de valoare, ea nu a fost făcută dintr-o dată, cum afirmă legenda, ci după multe încercări și cu pași mărunți. Perfecționările succesive sînt atît de insesizabile, încît e greu de spus cine și cînd a inventat mașina cu aburi.

Chiar și Aristotel observase forța de expansiune a aburului. El a încercat să explice originea cutremurelor de pămînt prin transformarea bruscă a apei în vapori.

Prima aplicație a aburului a fost descrisă de Heron din Alexandria (prin 120 î.e.n.). El a descris eolipilul, un aparat simplu, care se rotea sub acțiunea vaporilor sau a aerului cald. Lucrarea sa, *Spiritualia sen pneumatica*, descrie și alte dispozitive-jucării, care foloseau ca forță motrice dilatarea aerului și a vaporilor.

Romanii au aflat de eolipil de la greci. Vitruvius (istoric și arhitect, pe vremea lui Augustus) furnizează detalii și caută în eolipil explicația vînturilor (*Arhitectura*, cartea I, cap. 6).

Sute de ani au căutat filozofii și inventatorii un izvor de energie care să fie capabil să dea mai multă forță decît mușchii, roțile de apă sau morile de vînt. Explozia prafului de pușcă era bine cunoscută și se mai știa că prin arderea plantelor și mineralelor în vase închise, se puteau

obține aburi și o suprapresiune. Intrebarea era: cum să fie folosite aceste forțe?

În evul mediu asistăm la un reviriment al aplicațiilor forței aburului. William de Malmesbury afirma, în 1125, că la Reims se află, într-o biserică, o orgă hidraulică, în care aerul împins în mod miraculos de forța apei încălzite producea vibrația tuburilor de metal. Orga fusese construită de episcopul Gerbert, care a devenit papă (999—1003), sub numele de Sylvestru al II-lea.

În 1543 căpitanul de vas Blasco de Garay a pus în mișcare un vapor prin roți și prin forța aburilor, în portul Barcelona. Era probabil o mașină cu reacție, bazată pe principiul moriștii lui Heron. Garay a ținut secret modul de aranjare a dispozitivului. Se știe doar că vaporul conținea o marmită și apă încălzită și că avea roți cu palete.

În 1663 se deschide o epocă nouă. Edward Somerset, al doilea marchiz de Worcester (1601—1667) a publicat o lucrare în care a descris mașina cu aburi. Marchizul Worcester era catolic și regalist. În vîltoarea evenimentelor politice, cînd armatele Parlamentului l-au învins pe Carol I, marchizul s-a refugiat în Franța. S-a întors în Anglia și a fost închis în turnul Londrei (între 1656 și 1661). Cînd a venit la tron Carol al II-lea, acesta nu i-a mai recunoscut meritele. A părăsit cele lumești nu la multă vreme după ce scăpase de recluziune (la 3 august 1667).

Legenda spune că marchizului de Worcester i-a venit ideea unei mașini cu aburi, cînd a văzut capacul marmitei în care i se aducea de mîncare la închisoare, ridicat adesea de vapori. În realitate, chiar cu mult înainte de războiul civil, el pusese să se construiască mașini și piese pentru studii științifice, la castelul său de la Ragland.

Lucrarea sa din 1663, pe care am mai pomenit-o cu altă ocazie, se numește *Century of inventions*. În ea marchizul descrie 100 de invenții (cum spune și în titlu), dar într-o limbă obscură și confuză. Însă una dintre ele, descrisă clar, întrece cu mult pe toate celelalte. Este mașina cu aburi.

Iată cum descrie marchizul Worcester mașina cu aburi, mai întîi în paragraful 68: „Am inventat un mijloc foarte puternic de a ridica apa de către foc, nu prin atracție, nici prin aspirație, fiindcă aceasta producîndu-se doar în sphoeram activitatis, cum zic filozofii, ascensiunea apei nu ar fi

posibilă decît pînă la o anumită înălțime. Dar procedeul despre care vorbesc eu nu are limite, atîta vreme cît vasele sînt suficient de solide (meteahnă nerezolvată nici în zilele noastre satisfăcător — n.n.). Am luat un tun cu extremitatea ruptă și, după ce l-am umplut pe trei sferturi cu apă, am închis cu șuruburi partea ruptă și lumenul. Apoi, sub tunul astfel aranjat, am făcut focul 24 de ore. Tunul s-a sfărîmat, făcînd zgomot mare; am dispus deci vasele mele astfel încît în ele să se facă vid și să se umple alternativ prin fața interioară. Am văzut apa curgînd continuu, pînă la înălțimea de 40 de picioare, exact cum scapă ea dintr-o fîntînă cu presiune.

Un vas umplut cu apă rarefiată de foc ridică apa la 40 de picioare; muncitorul care supraveghează mașina are de întors doar două robinete, așa că dacă unul dintre vase este gol, celălalt începe să acționeze, în timp ce cel gol se umple cu apă rece. În acest timp focul trebuie să fie întreținut, ceea ce un muncitor o poate face între două manevre ale robinetelor".

Apoi, în paragraful 100: „Datorită acestor puternice mijloace, pe care le-am menționat deja de două ori, am ajuns, după mulți ani de cercetări și de muncă, să construiesc o mașină de ridicat apa. Cu această mașină un copil ar putea ridica o cantitate de apă incredibil de mare la 100 de picioare și atît de lin, încît nu s-ar auzi mașina din camera alăturată, și atît de uniform și de ușor, încît, dacă ar fi lăsată să funcționeze un an întreg, zi și noapte, ea nu s-ar opri, iar cheltuielile n-ar depăși 40 de șilingi. Așa că pot s-o numesc cu curaj opera cea mai minunată din lumea întreagă. Am motiv să cred că această mașină îmi va încorona lucrările mele și că mă va despăgubi de grijile de pînă acum. Cred că n-am nevoie să mai meditez la alte descoperiri. Aceasta este a o suta invenție și nu vreau să obosesc cititorul, deoarece am intenția să transmit posterității o carte în care voi indica mijloacele și experiențele necesare pentru a pune în aplicare invențiile descrise. Voi pune acolo desenele tuturor pieselor componente".

În 1663 Worcester a solicitat un brevet pentru descoperirea sa. Parlamentul i-a dat un brevet exclusiv, care asigura proprietatea lui și a moștenitorilor săi pe 90 de ani. Brevetul preciza că cel ce va folosi mașina fără permisiunea lui Worcester va fi pedepsit cu o amendă de 5 lire pe an.

În memoriul prezentat pentru brevetare Worcester menționa că a investit 10 000 lire pentru a perfecționa mașina și a deveni astfel utilizabilă în practică. La această operă el a fost ajutat de Kaspar Kalthoff, un neamț care a rămas 35 de ani în slujba marchizului. Neamțul era un muncitor desăvîrșit. La inaugurarea funcționării mașinii, la care nu mai asista și inventatorul, a scris chiar și o rugăciune. Era 28 mai 1669.

Se crede că mașina avea un vas pentru aburi, din care aceștia plecau prin două tuburi. Fiecare dintre ele se deschidea în capacul unui vas cilindric, închis perfect și umplut cu apă. Prin capacul vasului mai trecea un tub vertical, a cărui extremitate inferioară ajungea pînă la fundul vasului. Pe fiecare dintre cele două tuburi de aburi se afla montat un robinet; deschizîndu-l, aburii presau asupra apei conținute în vas și o făcea să se urce în celălalt tub. Întotdeauna se afla deschis numai un singur robinet, astfel încît nu ridicau decît apa dintr-un singur vas și, în același timp, celălalt vas se umplea din nou. Se obținea astfel o curgere continuă.

Invenția lui Worcester a fost primită cu indiferență de contemporanii săi. La puțină vreme după moartea lui, invenția a fost dată uitării.

În 1698 (la 25 iulie) Thomas Savery a solicitat un brevet la Societatea Regală pentru o mașină cu aburi. În mașina sa noutatea consta în faptul că un curent de apă rece producea condensarea vaporilor din vas, astfel încît, prin supape dispuse convenabil, mașina aspira ea însăși apa pe care trebuia s-o ridice. A aplicat-o la ridicarea apei deasupra unei roți cu zbaturi, care se punea astfel în mișcare.

O altă variantă de folosire a forței aburilor a fost dezvoltată de Denis Papin, în 1690 („oala lui Papin"). Prin activitatea lui Papin ne convingem că drumul urmat de un fizician în cercetările sale depinde adesea de modul în care el abordează problema. Astfel, Papin se ocupase de pompa de aer multă vreme. Cînd a încercat să treacă de la pompa de aer (în care pistonul era partea esențială), la mașina cu aer sau cu vapori, el a căutat să păstreze pistonul și să facă din mașina sa un fel de pompă de aer inversată. De fapt mașina cu aburi este inversul unei pompe cu piston.

În toate mașinile lui Papin forța motrice era aerul comprimat, nu aburul.

Este remarcabil faptul că un robinet cu patru căi, din unul dintre proiectele sale, va fi jucat un rol important în dezvoltarea mașinii cu aburi mai tîrziu.

Thomas Newcomen, lăcătuș, și John Cawley, geamgiu, din Dartmouth, au aflat de ideile lui Papin, de acționare cu aburi asupra unui piston. Hooke i-a sfătuit să pună în practică ideile lui Papin. Hooke îi scria lui Newcomen: „Dacă veți putea produce rapid vid sub piston, vă veți fi atins scopul propus“ (în aparatul lui Papin vidul se făcea, într-adevăr, foarte greu).

Metoda lui Savery de producere a vidului prin condensarea vaporilor fusese deja brevetată, încît pentru ei acest fapt era un obstacol. S-au înțeles atunci cu Savery și l-au luat asociat la beneficii. În 1705 celor trei, reuniți într-o societate, li s-a acordat un brevet pentru perfecționarea mașinii cu aburi.

Așa a apărut de fapt prima mașină cu aburi.

Tot necazul consta însă în faptul că pentru funcționarea mașinii era nevoie de o persoană care să o manevreze continuu. De obicei un copil rotea robinetele alternativ: robinetul de vapori și robinetul injector. Într-o zi această ocupație monotonă a fost încredințată unui băiat, numit Humphrey Potter. Acesta, care îi auzise pe tovarășii săi jucîndu-se afară, voia să ia parte la zbenguielile lor, dar nu îndrăznea să părăsească mașina. Dorința l-a făcut ingenios. El a constatat că mișcarea robinetelor era similară mișcării unui balansoar. Îi veni atunci ideea să le lege cu niște sfori, iar rezultatul a fost că mașina continua să funcționeze. Oamenii mari au pus mai apoi în locul sforilor niște vergele, iar omul a devenit inutil în funcționarea mașinii. Era în 1712. Mașina folosea o mișcare simplă de du-te-vino și a rămas timp de jumătate de secol principalul ajutor mecanic al omului în funcționarea pompelor de apă.

Despre James Watt s-au scris multe rînduri. Deși nu el a descoperit mașina cu aburi, el a perfecționat-o într-atît, încît și-a egalat predecesorii.

J. Watt s-a născut la 19 ianuarie 1736, la Cartsdyke. Era al șaselea dintre opt copii; cinci dintre frați au murit însă de mici. Mama lui l-a corcolit foarte mult, pentru a

nu avea soarta celorlalți. În școală nu s-a remarcat prea mult pînă pe la 13—14 ani, cînd a început studiul matematicii.

James a petrecut mult timp în atelierul părintesc. Tatăl său era fabricant și lucra în rada portului. James a cîștigat o bună pregătire în mînuirea uneltelor. Între altele, cunoștea toate instrumentele de navigație. Cînd s-a aflat în situația de a se decide pentru a se apuca de o meserie, el a spus că vrea să fie constructor de aparate matematice. Dar n-a găsit nicăieri un meșter priceput. A fost sfătuit să meargă la Londra, la fabrica de aparate. Dar acolo a întîmpinat greutăți. Corporația „Worshipful Co. of Clockmakers“ cerea un timp de învățătură de șapte ani și în plus își alegea ucenicii dintre fiii propriilor membri. Pînă la urmă, James a găsit un maistru în persoana lui John Morgan, în Cornhill, care l-a lăsat să lucreze un an întreg în atelierul propriu, pentru 20 de guinee. Lucra zilnic zece ore, pînă la 9 seara, exceptînd sîmbăta, și cheltuia numai 10 șilingi pe săptămînă pentru mîncare.

În iulie 1757 s-a întors la Greenock și s-a hotărît să-și fondeze o întreprindere proprie. A avut norocul să-și instaleze atelierul într-o sală a Colegiului din Glasgow; mai tîrziu a obținut titlul de constructor pentru instrumente matematice al Universității.

O altă temă de care s-a ocupat a fost repararea unui model al mașinii atmosferice a lui Newcomen, care era folosită în aplicații, la cursul de științe naturale și care nu funcționa, cu toate că fusese trimisă la Londra pentru reparații.

În 1759 a început să se ocupe de mașina cu aburi, fiind îndoielnic că ar fi văzut pînă atunci vreo mașină cu vapori. Primise sarcina să pună modelul în funcțiune și operația i-a reușit. Sesizase că mașina trebuia să aibă un piston care să fie un adevărat „mîncător de vapori“. Acest lucru l-a făcut curios și s-a apucat de o serie de experiențe cu vaporii. Watt a înțeles în mod clar că cilindrul se încălzește pînă la punctul de fierbere a apei și apoi, prin fluxul de apă interior, trebuie răcit pînă la temperatura ambiantă, iar prin această operație trei sferturi din cantitatea de căldură se pierde. Zi de zi s-a chinuit Watt să elimine pierderea de căldură. Soluția i-a venit în minte brusc, în timpul unei plimbări de duminică, în Glasgow

Green. Peste cîţiva ani, Watt povestea: „Mi-a venit ideea ca, aburul, un corp elastic, să fie reţinut într-un spaţiu lipsit de aer, iar cînd cilindrul se leagă cu o cameră lipsită de aer, aburul să intre şi să se condenseze, fără a mai fi nevoie să fie răcit. Am înţeles deci că trebuia să renunţ la condensarea aburului şi la introducerea lui în cilindru. Era un pas pînă la a-mi apărea clar întreg mersul în faţa ochilor".

A doua zi, luni, Watt a pregătit rapid un model potrivit ideilor sale. Exemplarul original se află astăzi la Science Museum, din South Kensington. Între teorie şi practică e însă un drum mai lung. Watt şi-a făcut experienţele într-o cameră din Kingstreet şi în Deltfield, în străduţa în care locuia.

La 16 iulie 1764 s-a căsătorit cu verişoara lui, Margaret Miller. Nu se ştiu multe asupra acestei căsătorii, dar soţia sa avea o fire veselă şi erau fericiţi. Watt avea nevoie de cineva care să-l îmboldească şi să-l încurajeze. După mărturia prietenului său, John Robinson, pe atunci Watt era modest, înclinat spre descurajare şi renunţa uşor în a-şi atinge scopul, dacă întîmpina dificultăţi.

John Roebuck, din Birmingham, i-a oferit mijloacele cu care, la 5 ianuarie 1768, a obţinut binecunoscutul său patent asupra „unei metode noi pentru punerea în aplicare a vaporilor şi combustibililor în maşinile cu foc".

Pe cînd se întorcea o dată de la Londra (august 1769), i-a făcut o vizită lui Mathew Boulton, în fabrica sa din Soho, nu departe de Birmingham. Boulton era cel mai mare industriaş al vremii. Cei doi s-au împrietenit. Boulton a înţeles dintr-o privire că maşina lui Watt putea fi o afacere rentabilă. Watt l-a luat cu plăcere coautor la patentul său. Roebuck însă nu dorise acest lucru, deşi avea dificultăţi financiare.

Watt lucra ca topometru şi, în timpul unei dintre călătorii, în 1773, a primit vestea că soţia sa, care aştepta cel de al cincilea copil, s-a îmbolnăvit grav. Cînd a ajuns acasă, ea murise deja. Cruntă lovitură pentru Watt! „Am pierdut mîngîierea mea, o prietenă scumpă, o soţie credincioasă", scria el.

Din 1775 Watt (39 de ani) şi Boulton (46 de ani) s-au legat mult unul de altul. Prima maşină cu aburi, care a

deschis de fapt era maşinismului, a fost construită în Bloomfield, în apropiere de Birmingham.

Lentul progres experimental şi teoretic întreprins de fizicienii secolelor al XVII-lea şi al XVIII-lea condusese totuşi ştiinţa căldurii, din stadiul calitativ, moştenit de la antichitate, la cel al unei ştiinţe cantitative, pregătită să întreprindă o adevărată revoluţie pe plan teoretic (am observat acest lucru cu ocazia descrierii descoperirii principiilor termodinamicii) şi, în acelaşi timp, să intre într-un contact strîns şi fecund cu ştiinţa aplicată, pe care-o va propulsa pe culmi nebănuite atunci.

Avatarurile lămpii minerului

În istoria descoperirilor ştiinţifice şi a invenţiilor există adesea multe fapte controversate, dispute asupra priorităţii, neclarităţi în legătură cu cine a avut primul ideea. Asemenea fapte au fost relatate şi pînă acum în carte, astfel încît încă unul nu face decît să dovedească în plus cîte meandre au căile ştiinţei.

Humphry Davy s-a născut la Penzance (Cornwall), în 1778. Spre deosebire de compatriotul său, Dalton, Davy a făcut o carieră strălucită în diferite instituţii ştiinţifice, la a căror faimă a contribuit prin importanţa lucrărilor sale. La vîrsta de 20 de ani el ajunsese şef de laborator la un institut din Bristol, Pneumatic Institution, unde a făcut cercetări asupra gazelor, în special asupra protoxidului de azot. În 1801 a fost chemat la Londra, pentru a reorganiza laboratoarele de la Royal Institution of Great Britain, instituţie fondată de Benjamin Thomson, în scopuri filantropice. Lucrările efectuate de Davy la această instituţie l-au făcut vestit, iar opera lui a lăsat o amprentă profundă asupra progresului chimiei şi fizicii din primul sfert al secolului al XIX-lea. Marele savant englez şi-a părăsit familia şi contemporanii prematur, în 1829.

În 1815 Sir Humphry Davy, care ceva mai tîrziu a devenit preşedintele Societăţii Regale, a inventat ceea ce cunoaştem azi sub numele de lampa de siguranţă a minerului. Prin capacitatea sa de a reduce numărul exploziilor din subteran, lampa sau lămpaşul prezicea un adevărat salt în condiţiile de viaţă ale muncitorului din mină.

În biografia lui Davy, publicată în 1925, John Paris scria: „Am reuşit să prezint lumii o istorie completă a procesului care a condus la descoperirea a ceea ce este în acelaşi timp o victorie a ştiinţei, un triumf al umanităţii şi o glorie a epocii în care trăim".

Uneori progresul îşi face loc cu greu, ba chiar făcînd provizoriu paşi înapoi. Astfel, lampa minerului, inventată de Davy, iniţial în loc să reducă numărul de accidente, a determinat creşterea numărului de explozii în subteran. În 18 ani de dinaintea introducerii în mine a lămpii (1798—1816), avuseseră loc 27 de explozii, iar 477 oameni îşi pierduseră viaţa în minele din Durban şi din Northumberland. În cei 18 ani ulteriori (1817—1835) au avut loc 42 explozii în care au murit 538 de mineri. În 1848 un inspector de mine şi inginer scria: „... exploziile de gaze au devenit, din nefericire, atît de numeroase în ultimii ani, încît ar fi imposibil de enumerat în lipsa unor înregistrări meticuloase". În 1874 istoricul Richard Fynes scria: „... experienţa dovedeşte totuşi că lămpile au fost cele mai ucigaşe instrumente realizate pentru lucrul în mină".

Povestea lămpii lui Davy are însă multe dedesubturi. Lampa minerului a fost rezultatul direct al dorinţei proprietarilor de mine de a exploata cărbunele nu din straturi adînci, ci din minele deja existente, care erau inaccesibile, datorită procesului numit „creep" (furişare, tîrîre a gazului din cărbune). După ce stratul de cărbune era exploatat, erau lăsaţi stîlpi din cărbune, pentru a susţine plafonul minei. Greutatea plafonului împingea stîlpii în jos, iar presiunea rezultată făcea ca podeaua să se îndoaie şi să se mişte în sus. Mişcarea în jos a stîlpilor şi mişcarea în sus a podelei se combina treptat, făcînd să se închidă căile de trecere şi deci şi mina. Stîlpii de cărbune lăsaţi în urmă erau comprimaţi, eliberînd astfel cantităţi mari de amestec exploziv (din aer şi metan), numit „abur de foc" (grizu).

În 1730 proprietarii se plîngeau că două treimi dintre mine erau neexploatabile, datorită „creep"-ului şi că erau eliberate cantităţi mari de grizu. Problema de cercetare pusă de proprietari era următoarea: să se obţină o lumină care să funcţioneze în atmosfera bogată în metan a minelor cu „creep". Lămpile existente erau: lumînări, flăcări deschise, lămpi cu ulei, mori de oţel, care dădeau nişte scîntei la rotirea unei roţi de oţel lîngă o cremene.

În 1815 Davy a rezolvat problema. A creat o lampă ieftină, care arde în atmosferă de metan, fără a exploda. Însă a fost apreciată mai mult valoarea pecuniară a lămpii, decît cea umanitară. Recunoştinţa proprietarilor de mine a reieşit din faptul că Davy a primit un serviciu de farfurii de argint de 2 500 de lire (salariul pe un an al unui miner era de 50 de lire), la un dineu ţinut la 11 octombrie 1817. În centrul farfuriei erau gravate numele ducelui de Northumberland, mare proprietar de mine, şi numele altor 36 de proprietari şi oficiali, de la alte 26 de mine din Durham.

Datorită descoperirii lui Davy s-au redeschis numeroase mine, unele închise de peste 30 de ani. În 1816, cînd a fost introdusă lampa, J. H. H. Holmes, inspector de mine, scria că lampa are numeroase defecte. Mai întîi că metanul ar exploda, intrînd prea repede prin plasa de sîrmă. Apoi, că plasa din fire s-ar putea detaşa singură din lampă, permiţînd flăcării să scape afară. Concluzia lui Holmes era că „lampa este susceptibilă de a provoca accidente, datorită căderii cărbunelui, datorită atmosferei pline de praf, care astupă plasa, făcînd-o roşie de căldură, prin particulele de cărbune ce ard pe ochiurile ei". Asemenea accidente s-au produs de multe ori. Trebuie să remarcăm că proprietarii s-au opus introducerii ventilaţiei, deoarece era prea scumpă.

Muncitorii au observat că lampa era nesigură atunci cînd metanul era eliminat sub formă de jet. Jetul împingea flacăra lămpii afară, producînd explozii. Oamenii observaseră efectul vîntului asupra ventilării minelor. Ba chiar, în 1822, în momentul în care vîntul sufla din sud-est, ameninţînd cu ploaia, minerii au refuzat să mai lucreze.

Cum se face însă că lampa lui Davy funcţiona atît de bine pentru proprietari şi atît de rău pentru mineri? Să urmărim cum a luat cunoştinţă Davy de problema siguranţei minelor. La 25 mai 1812, puţul Felling, din Durham, a explodat, omorînd 92 de adulţi şi copii. Fusese cea mai mare explozie din ultimii 20 de ani şi se datora îndărătniciei proprietarilor de a exploata minele cu „creep". Corpurile morţilor au fost scoase după 6 săptă-

mîni. Oamenii au început să se agite. La 10 octombrie 1813 un grup de cetăţeni au format Comitetul din Sunderland, pentru a studia cauzele complexe care produceau „aceste groaznice calamităţi". Aceeaşi mină a explodat şi peste două luni după formarea Comitetului, la 15 decembrie 1813. Comitetul i-a chemat pe George Stevenson, Reid Clanny şi Holmes, care lucrau la realizarea lămpilor de siguranţă şi la îmbunătăţirea ventilaţiei. Dar nu i-a chemat şi pe mineri. Unul dintre membrii Comitetului, reverendul John Grey îl cunoştea pe Davy, astfel încît Comitetul a fost de acord ca „filozoful" să fie consultat. Din nefericire, Davy era plecat într-un „tur al continentului". Stevenson şi Clanny lucrau deci la rezolvarea problemei lămpilor de siguranţă. Mai tîrziu, Davy scria: „John Buddle, inspector de mine, m-a convins că în ceea ce priveşte ventilaţia minelor au fost folosite complet resursele ştiinţei şi că prevenirea accidentelor putea fi făcută doar printr-un sistem adecvat de luminare a galeriilor". Luînd mai multe probe de grizu din mine, în nişte sticle, Davy s-a întors la Londra, spunîndu-i lui Buddle: „Cred că pot face ceva pentru dumneavoastră". De aici rezultă că ceea ce urmărea Davy, adică realizarea unei lămpi care să nu explodeze în atmosferă de grizu, era altceva decît problema complexă, care ar fi trebuit să fie pusă. În plus, el nu stătuse de vorbă nici cu minerii. I s-a spus, şi credea, că nu era nici o încurcătură în legătură cu ventilaţia. Deci ideea lui Davy era aceea a proprietarilor: să facă o lampă care să funcţioneze în atmosferă bogată în metan, specifică minelor cu „creep". Nu era vorba de a investiga condiţiile de siguranţă a minelor, ci trebuia numai proiectată o lampă.

Davy s-a întors la Royal Society din Londra, la 30 octombrie 1815. În două săptămîni el a transmis un răspuns într-o lucrare care este adesea citată drept un exemplu de măiestrie ştiinţifică. Davy arăta că dacă o flacără deschisă este înconjurată cu o plasă de sîrmă gazul difuzează în interiorul plasei şi arde fără explozie. Suprafeţele firelor răcesc gazul ce arde, deîndată ce gazul vine în contact cu firele la o temperatură situată sub punctul de aprindere.

Era evident că, pentru a preveni exploziile din minele de cărbuni era necesar doar să se folosească lanterne

etanşe la aer, aerul putînd proveni numai de la tuburi de diametru mic sau de la deschideri acoperite cu site de sîrmă metalică. Lanternele obişnuite puteau fi adaptate uşor.

Lampa a fost încercată de Buddle şi Davy, la 1 ianuarie 1816, la mina Helburn, şi a avut un succes total.

Experienţa lui Davy este citată adesea ca exemplu de metodă ştiinţifică folosită în secolul al XIX-lea în fizică şi în chimie. Davy a purificat substanţa de testat. A determinat că cel mai exploziv amestec de aer şi metan purificat este cel care se află în raportul 1 : 8. A încercat apoi amestecul de 1 : 8 în sticle de diferite dimensiuni, pînă cînd a găsit că amestecul nu explodează în tuburi lungi, subţiri, care ofereau o mare suprafaţă de răcire. Şi, în fine, extinzînd acest argument, a găsit că, înconjurînd flacăra cu o sită, sita prezenta acelaşi efect de răcire. Davy a explorat variabilele în mod sistematic, pentru a ajunge la o soluţie. Dar, accentuăm încă o dată, siguranţa în funcţionare a lămpii a fost definită în afara problemei propriu-zise. Davy a găsit numai calea de a face să ardă o lumînare într-o atmosferă bogată în metan.

La aceeaşi problemă, în acelaşi timp lucra şi Stevenson (ulterior cunoscut datorită construirii locomotivelor). Dar întrucît el era inginer şi mecanic, nu avea de a face cu cercetarea de laborator. El a proiectat din capul locului o lampă, pe care a dus-o în mină pentru încercare şi a descoperit astfel că o lampă de sticlă cu mici deschideri sus şi jos, pentru a pătrunde aerul, era o lampă sigură. Stevenson a testat lampa lui la 27 octombrie 1815, în mina Killingworth, cu două luni înainte de Davy. Între cei doi s-a purtat, pe atunci, o mare luptă pentru recunoaşterea priorităţii invenţiei. Stevenson era supărat, deoarece proprietarii şi gazetarii îl ignorau. Atunci a luat legătura direct cu proprietarii, cărora le-a făcut unele servicii. Drept urmare, Comitetul Proprietarilor de Mine din Newcastle a votat în favoarea cererii de prioritate a lui Stevenson şi a dispus să i se dea o anumită sumă pentru invenţie.

Din cele spuse mai sus rezultă pregnant cel puţin două concluzii: premisele, datele iniţiale ale unei cercetări, trebuie să fie clare şi minuţioase, corecte şi complete; altfel rezultatul studiului este altul decît cel aşteptat. Pe urmă, tot din aceste cîteva cuvinte despre lampa minerului, se

observă cum interesele celor care controlează economia, dacă nu concordă cu interesele generale ale societății, pot afecta profund cursul unei cercetări științifice.

Complicațiile inventării radiotelegrafiei

Descoperirea științifică pe baza căreia s-a dezvoltat radiotelegrafia a fost teoria electromagnetismului (electrodinamica clasică), creată de James Clerk Maxwell, în 1864. Acțiunea instantanee, la distanță, care era valabilă pentru explicarea majorității fenomenelor din electrostatică, a dat greș în explicarea fenomenelor din electrodinamică, dependente de timp. Maxwell arătase că fenomenele electrice dependente de timp se propagau ca niște unde, iar calculele sale stabiliseră că viteza de propagare a acestor unde era egală exact cu viteza luminii. Din această cauză, a reieșit concluzia naturală că însăși lumina trebuia să fie un fenomen electromagnetic. O dată teoria clădită, se punea cu acuitate problema verificării ei experimentale.

Cu toate că de existența și de propagarea undelor electromagnetice erau preocupați mulți savanți, primul care a reușit o demonstrație concludentă a fost un elev al lui Helmholtz, Heinrich Hertz (1857—1894). El a reușit să aducă dovada propagării undelor electromagnetice.

Primul rezultat a fost obținut din întîmplare, dar așa cum remarca Pasteur, întîmplarea favorizează numai mințile pregătite s-o recepteze. În 1887, Hertz, care funcționa pe atunci ca profesor la Școala Superioară Tehnică din Karlsruhe (din 1885), a notat observația că un conductor în formă de cerc incomplet, produce o scînteie mică între capetele libere, ori de cîte ori era atins cu o bobină folosită pentru descărcarea buteliei de Leyda. La fiecare descărcare se producea o mică scînteie secundară. Rezultatul era spectaculos. El nu era totuși nou: independent de Hertz, doi cercetători, Sir Oliver Lodge, în Liverpool, și Wilhelm von Betzold, în München, observaseră deja „unde“, de-a lungul liniilor de transmisie prin fire.

Dar Hertz a fost norocos. La scurt timp a ajuns la o descoperire și mai importantă. El a constatat că scînteia de la capetele cercului de metal putea fi produsă chiar cînd conductorul era complet separat de bobina de descărcare. Așadar, perturbațiile electromagnetice produse în

mod deliberat puteau fi percepute la distanță. Propagarea se făcea prin unde, iar Hertz a arătat în multe moduri existența lor: ba reflectîndu-le de folii metalice, ba trecîndu-le prin prisme, ba focalizîndu-le cu ajutorul unor oglinzi parabolice. Hertz a observat că efectul poate fi amplificat, dacă circuitul se aduce la rezonanță pe lungimi de undă proprii, prin simpla ajustare a dimensiunilor circuitului receptor.

S-a creat astfel baza principială a telegrafiei fără fir. Mai trebuia însă creată puntea de legătură dintre teorie și practică. Hertz încă nu era convins de posibilitatea radiotelegrafiei. Răspunzînd unui admirator, un inginer german, care întreba dacă aceste unde ar putea fi folosite în telefonie, Hertz susținea că lungimile de undă corespunzătoare sunetelor vorbirii sînt mult prea mari, pentru a putea fi folosite direct, iar oglinda necesară pentru a le focaliza ar trebui să aibă dimensiunile unui continent. Hertz s-a stins din viață în 1894 și nu a ajuns să vadă că totuși exista o soluție. Ea consta în a transmite unde de lungimi mult mai mici, care să fie modulate cu o cheie telegrafică sau cu semnalul dat de o voce, iar extragerea semnalului modulat să se facă de către receptor printr-un fel de detector.

Prin 1894 fizicienii din mai multe țări au repetat experiențele lui Hertz și, perfecționîndu-le, au descoperit lucruri noi.

Cea mai mare descoperire a fost făcută de Edouard Branly, la Paris, în 1890. El a arătat că rezistența electrică a unui tub de sticlă umplut cu pilitură de fier (cu rezistența de 2—3 MΩ) se reduce la 200—300 Ω, dacă în apropierea tubului se produce o descărcare electrică. Iată așadar un detector de semnal excelent! Dacă acest tub era pus într-un circuit format dintr-o baterie și un clopoțel electric, clopoțelul nu ar fi sunat decît atunci cînd în apropiere s-ar fi produs o descărcare electrică: rezistența scăzută permitea trecerea curentului. Pentru ca clopoțelul să se oprească din clinchet, trebuia ca tubului de sticlă să i se dea o ușoară lovitură.

La 1 iunie 1894 Oliver Lodge a ținut o conferință la Royal Institution, intitulată *Opera lui Hertz și a unora dintre succesorii săi*. Lodge arăta că rezultatele lui Hertz puteau fi îmbunătățite, ajustînd receptorul și transmițăto-

rul, pînă cînd ele intrau în „sintonie" (rezonanță). Lodge a folosit un nou detector de tip Branly, numit de el coeror, pentru a sugera modul de comportare a piliturii sub acțiunea cîmpului electromagnetic. A mai folosit și un instrument ingenios, prin care coerorul era „decoerat" printr-un „șut" rapid, pe care-l montase lîngă „limba" (ciocănelul) clopoțelului, astfel încît la întoarcere, după prima lovitură, coerorul era lovit și era scos din funcție, atîta timp cît dura descărcarea. Modificînd durata descărcării, se puteau produce puncte și linii și deci se puteau transmite mesaje în alfabetul Morse.

Lucrarea lui Lodge a avut mare răsunet și a inspirat pe mulți savanți din întreaga lume. În Rusia, la Kronstadt, unde era cartierul general al marinei ruse, un profesor de fizică, A. S. Popov (1859—1905) a început să cerceteze problemele practice legate de detectarea furtunilor electrice. Pentru a verifica faptul că descărcările electrice din atmosferă au un caracter oscilant, în 1894 i-a venit ideea să le studieze de la distanță, cu ajutorul unui detector Lodge. Pentru a mări sensibilitatea detectorului, l-a legat la o tijă metalică, verticală, lungă, adică la ceea ce urma să fie o antenă receptoare. Mai tîrziu, probabil începînd din 1896, el a început să facă încercări de transmitere a semnalelor la distanțe de la 1 la 5 km. În urma unei conferințe în care dovedea inventarea radioului, a devenit erou național. Dar, ca și alte descoperiri făcute în Rusia țaristă, nici aceasta nu a căpătat o aplicație practică imediată, rămînînd de fapt fără nici o utilizare.

În același timp, lucrarea lui Lodge a atras atenția tînărului Marconi, în vacanța sa de vară din anul 1894. Marconi avea 20 de ani și era un mare pasionat de electricitate. Absolvise numai cursurile școlii secundare. Nu era înscris la universitate. Față de italienii de vîrsta sa, avea însă un avantaj: vorbea fluent engleza, învățată de la mama sa, care descindea dintr-o veche familie irlandeză de producători de whisky. Ea se căsătorise cu un italian văduv, cu 17 ani mai vîrstnic, deși familia ei se opusese. A trăit lîngă Bologna, iar micul Guglielmo Marconi urma să devină fermier, ca și tatăl său. Cu toate acestea, Guglielmo asista la cursurile lui Righi (influențat sau poate împins de ceea ce dorea să devină, de către familie), deși

nu era înscris la universitate. Primele experiențe și le-a început acasă.

În 1895, cu multă ingeniozitate, îndemînare și perseverență, Marconi a reușit să reproducă experiențele predecesorilor săi, le-a îmbunătățit, făcînd în special din coeror un instrument extrem de fin. Marconi a descoperit că un element metalic, plasat la înălțime, prin care se transmite, și o legare bună la pămînt, conduc la rezultate superioare. În experiențele sale era extrem de conștiincios. Urmărea să îmbunătățească performanța fiecărei componente, pentru a obține o eficiență sporită a întregului sistem. Pînă atunci se credea (părea evident pentru oricine) că noile unde se propagă în linie dreaptă, ca lumina. Marconi a vrut însă să vadă dacă aceste unde trec peste dealuri. Chiar cu aparatul său primitiv el a reușit să dovedească, în septembrie 1895, că într-adevăr undele pot ocoli dealurile.

Următorul pas în exploatarea comercială a sistemului cerea mult mai multă experiență tehnică decît se putea căpăta în familia Marconi. Ei au scris ministrului poștelor și telegrafului din Italia, propunînd sistemul, dar n-au primit încurajări. Sosind răspunsul rece, mama lui Marconi s-a dus la verii săi din Anglia, care s-au dovedit interesați. Au hotărît să transporte echipamentul din Italia în Anglia. Mama lui urma să-l însoțească pe tînărul Guglielmo Marconi în Anglia. În februarie 1896 au ajuns deci în Anglia. Dar, vai!, vameșii reîmpachetaseră prost aparatura și unele componente s-au deteriorat.

În continuare, sarcinile s-au împărțit: Marconi se ocupa de aparatură și de patente, iar verii săi, Janieson (conduși de Henry Janieson-Danis, inginer) se ocupau de restul problemelor, între care și o audiență la Sir William Preece, inginer șef la Poște.

La 2 iunie 1896 a fost întocmit patentul *Improvement in Transmitting Electric Impulses and Signales and in Apparatus Therefore*. Este prima lucrare publicată asupra folosirii undelor hertziene pentru comunicații. Demonstrațiile s-au făcut în 1896 și 1897, la Royal Navy; la ele au asistat și oaspeți din alte țări.

Speriat că Italia rămîne în urmă, guvernul italian a întreprins o stratagemă. Marconi a fost iertat de obligația de a veni acasă și de a satisface cei trei ani de serviciu

militar; totodată a fost numit cadet naval, în curs de instruire, pe lîngă ambasada italiană din Londra. Astfel Marconi nu a devenit cetățean britanic, rămînînd toată viața cetățean italian. Acest lucru a jucat un rol imens în decizia sa de a rezerva drepturile de invenție pentru Italia, cînd s-a înființat o Companie de Radio.

Verii Janieson și-au ținut promisiunea. Au înființat compania Wireless Telegraph and Signal Co. Ltd., cu un capital inițial de 100 000 lire sterline. Au fost subscrise acțiuni la această companie, ceea ce a făcut ca acțiunile companiei de transmitere prin cablu să scadă. Marconi a primit 15 000 lire și o bună parte din acțiuni. Firma a fost reorganizată după trei ani sub numele Marconi Wireless Telegraph Co. Ltd.

Amărăciunea lui Lodge pentru că prioritatea în dovedirea propagării undelor electromagnetice i s-a atribuit lui Hertz a devenit și mai mare cînd a înțeles ce beneficii mari ar fi avut din exploatarea comercială a invenției, la apariția căreia el avusese un rol de seamă. Ocupația sa de profesor de fizică la Liverpool nu i-a lăsat timp pentru activități comerciale, pe cînd „străinul parvenit", cum îl numea pe Marconi, a acaparat toată publicitatea.

În 1895 E. Rutherford a descoperit o metodă magnetică de detectare a undelor electromagnetice, utilizată mai tîrziu de Marconi, iar Lodge și Muirhead, asociatul său, au experimentat în 1897 acordul rezonant, adică potrivirea frecvenței de rezonanță.

În acest timp Marconi lucra mereu. El și-a stabilit o stație permanentă pe coasta de sud a Angliei, la Isle of Wight, transmițînd la Bournemouth. S-au făcut numeroase legături radio. În timpul manevrelor navale au apărut alte dificultăți la transmisiile la 135 km. Fiind mai multe instalații, din cauza interferenței transmisia era neinteligibilă. Soluția exista deja: consta în acordul rezonant al lui Rutherford. Însă patentul aparținea lui Lodge și Muirhead. Guvernul britanic ținea cu Marconi; în orice caz el se temea că patentul original al lui Marconi nu ar putea fi folosit fără rezonator. Marconi a căutat să depășească dificultatea și în faimosul său patent cu patru de 7, numărul 7777, din 1900, a descris o metodă de rezonanță suficient de diferită de a lui Lodge, pentru a putea fi garantată noutatea invenției. Lodge s-a declarat în litigiu cu

Marconi. Marconi nu s-a lăsat însă și în 1911 Marconi Company a dobîndit patentele Lodge-Muirhead.

În toată această perioadă Marconi își îndrepta atenția spre cea mai mare realizare pe care și-o propunea: o punte radio peste Atlantic. În această tentativă exista o anumită naivitate și anume, admiterea faptului că undele radio urmează curbura Pămîntului. Nu era cunoscută și nici nu era bănuită existența unui strat de aer ionizat, care să reflecte undele.

Cînd totul era gata, ambele stații, atît cea din Cornwall, cît și cea din Massachussetts au fost distruse de furtunile din toamna anului 1900. S-a construit un transmițător simplu în Cornwall, iar cel din Massachussetts a fost abandonat. Marconi a plecat la Newfoundland, la 3 500 km de Cornwall. Pe un platou din apropiere de St. John au fost instalate antena și echipamentul, iar oamenii lui Marconi s-au pregătit de recepția transmisiei din Cornwall. Aceasta era litera S din alfabetul Morse (. . .), transmis de la 3 la 6 după-masă, în fiecare zi. La 12 decembrie 1901 au fost detectate semnale slabe pentru prima oară. Atunci Marconi a devenit celebru.

În 1905 Marconi s-a căsătorit cu fiica celui de-al paisprezecelea baron irlandez, Inchiquin. În 1909 a luat Premiul Nobel pentru fizică, împreună cu Ferdinand Braun (1850—1918). Braun inventase oscilograful cu raze catodice și a dezvoltat un sistem de radiotelegrafie diferit de cel al lui Marconi, sistem care a devenit piatra unghiulară a industriei germane.

Echipamentul lui Marconi a servit la operațiile de salvare a naufragiaților de pe Titanic (în 1912). Campion al undelor scurte, Marconi a demonstrat valoarea terapeutică a acestora. A prezis posibilitatea de a localiza nave, încă din 1922.

În 1935 lucra la detectarea mișcărilor de trupe prin interferența produsă de corpurile ce se mișcă între receptor și emițător.

Între altele se povestește o întîmplare care pune în lumină caracterul demn al lui Marconi. În timpul vizitei kaizerului Wilhelm al II-lea în Italia, împăratul s-a întors spre Marconi și a spus (în urma unei discuții despre telegrafia fără fir): „Să nu credeți cumva că am ceva personal împotriva dumneavoastră; dacă obiectez ceva o fac îm-

potriva companiei dumneavoastră“. Atunci Marconi a replicat: „Majestate, aş fi nemîngîiat dacă aş putea crede că aveţi să-mi obiectaţi ceva; însă politica companiei mele este condusă chiar de mine“.

Cu toate că nu s-au interesat de transmiterea semnalelor la distanţă mare, Maxwell şi Hertz pot fi consideraţi de fapt, incontestabil, cei doi „părinţi ai telegrafiei fără fir“. Primul i-a stabilit bazele teoretice, iar celălalt bazele experimentale. Restul nu a constat decît într-o punere la punct tehnică, operaţie de altfel adesea dificilă. Consecinţa cea mai importantă a experienţelor lui Hertz a fost inventarea şi dezvoltarea rapidă a telegrafiei fără fir, eveniment cu istorie complicată (după cum s-a văzut şi de mai sus), aşa cum se întîmplă cu multe dezvoltări tehnice, care au răscolit, din nefericire, în diferite ţări, pasiuni naţionaliste.

Originea şi dezvoltarea fotografiei

La început a fost... o cameră obscură! Aceasta era o cameră întunecoasă (o cutie de fapt, care era înnegrită pe dinăuntru), cu o gaură practicată într-unul dintre pereţii ei. Lumina pătrundea din exterior şi forma o imagine inversată, pe peretele opus găurii de intrare. Existenţa imaginii era o dovadă că lumina se propagă în linie dreaptă. Treptat camera obscură a fost transformată, astfel încît imaginea să se formeze pe peretele opus găurii, perete translucid, aşa că putea fi văzută din exterior. S-au adăugat apoi lentile convexe sau oglinzi şi imaginea a devenit un instrument util pentru artiştii plastici. Legile perspectivei fuseseră bine stăpînite de greci şi de romani, dar ele se pierduseră în declinul cultural de pînă la Renaştere. În secolele al XVI-lea — al XVIII-lea camera obscură se folosea pentru trasarea în perspectivă şi pentru micşorare. Lucrurile au început să se schimbe radical o dată cu dezvoltarea producţiei de lentile.

În toată perioada evului mediu savanţii şi artiştii erau preocupaţi de natura luminii. În secolul al XVII-lea Newton arătase că lumina albă este alcătuită din toate culorile spectrului. Mai tîrziu, în 1801, Thomas Young susţinea teoria ondulatorie a luminii, arătînd că fiecare nuanţă reprezintă o anumită lungime de undă. Young a remarcat

că ochiul uman are un număr limitat de receptori de culoare şi nu unul pentru fiecare nuanţă. Young a ales drept bază culorile roşu, verde şi violet. La rîndul lui, Maxwell a arătat mai apoi că răspunsul ochiului la aceste culori varia cu lungimea de undă. La fiecare margine de spectru culoarea se schimbă foarte puţin o dată cu modificarea lungimii de undă, ochiul neputînd distinge dacă lumina este monocromatică sau nu. În prima jumătate a secolului al XIX-lea a domnit multă confuzie în ceea ce priveşte natura luminii, deoarece savanţii pretindeau că roşul, verdele şi albastrul erau culorile fundamentale, pe cînd pictorii susţineau că nici o combinaţie de pigmenţi nu putea produce galbenul, aşa că setul de bază trebuia să fie roşul, galbenul şi albastrul.

Fotografia sau „pictarea cu lumină“, cum a denumit-o J. Herschel în 1836, a devenit o tehnică valoroasă în secolul al XIX-lea.

Primul raport asupra unei „metode de pictare pe sticlă şi de a face profile prin acţiunea luminii asupra azotatului de argint“ a fost făcut de Thomas Wedgwood şi H. Davy, în 1802. Primul succes în înregistrarea unei imagini l-a avut Joseph Nicéphore Niepce (1765—1833). În 1816 el a introdus în planul imaginii unei camere obscure o hîrtie sensibilizată la lumină cu clorură de argint şi a obţinut un negativ, pe care însă nu l-a putut fixa, Niepce necunoscînd procedeul de eliminare a părţii neimpresionate. Abia în 1819 John F. W. Herschel a descoperit fixatorul (tiosulfatul de sodiu).

Apoi Niepce a încercat să acopere placa de sticlă (ulterior placa de metal) cu un strat subţire de bitum de Iudeea, care, sub acţiunea luminii, devenea rigid şi insolubil în solvenţi obişnuiţi. Acest material fusese folosit în gravură, încă de pe vremea lui Rembrandt. În 1822 Niepce obţinea în acest fel o copie heliografiată a unei gravuri.

În 1839 Herschel introduce termenul de fotografie, care a devenit cunoscut de atunci încoace.

În 1843 Niepce (fiul) produce un aşa-zis „heliograf“ al unui subiect natural. Materialul fotosensibil a fost depus pe plăci din aliaj de staniu şi plumb. Pentru a obţine un contrast mai mare, plăcile au fost expuse la vapori de iod. În felul acesta se poate spune că Niepce a fost premergătorul procesului de fotografiere.

Prin intermediul lui Charles Chevalier, un faimos optician și fabricant de camere obscure, Niepce a făcut cunoștință cu Louis Jacques Mande Daguerre (1787—1851). Cei doi au colaborat din 1829 la îmbunătățirea procedeului de înregistrare a unei imagini produse de lumină în camera obscură. Daguerre era artist. Lucrase întîi ca „designer", apoi ca pictor de panorame. Dobîndise o oarecare faimă prin crearea de „diorame" — picturi translucide, de dimensiuni mari, pe care le ilumina din spate, cu lămpi care aveau diferite străluciri. Pentru schițe Daguerre folosise din plin camera obscură.

Dar, vai, Niepce a murit înainte de a-și fructifica colaborarea cu Daguerre. Daguerre a continuat lucrarea singur. Treptat, procesul a evoluat, astfel încît în 1837 plăcile de argint se puneau în vapori de iod și se acopereau superficial cu iodură de argint, care este fotosensibilă. După expunere plăcile erau developate prin afumare cu vapori de mercur și erau apoi fixate într-o soluție de sare de bucătărie în apă. Fotografiile astfel obținute erau denumite daguerrotipuri; ele deveniseră populare pe la mijlocul secolului al XIX-lea. Pentru contribuția la această nouă „artă", Daguerre și Niepce (prin fiul său) au primit pensii pe viață de la guvernul francez. Procedeul de fotografiere a devenit liber în toată lumea, cu excepția Angliei, unde fusese patentat.

Niepce de St. Victor, fiul marelui fotograf, a avut, și el, contribuții importante în fotografie. Astfel, în 1847 el a produs prima emulsie de granule de iodură de argint, într-o matrice de albumină și amidon. Dar să nu trecem mai departe în povestea fotografiei, fără a aminti de o descoperire a lui Niepce, care a reprezentat puntea de legătură cu descoperirea radioactivității.

Prin 1867 Niepce (fiul) arăta că sărurile de uraniu luminescent voalează placa fotografică, chiar dacă se pun foi de hîrtie între ele și placă. Niepce credea că luminescența producea voalul și nu a reflectat prea mult cum de lumina poate să treacă prin hîrtie. Peste decenii H. Becquerel a redescoperit de fapt descoperirea lui Niepce (v. capitolul *Spre ultimele particule ale materiei).*

Henri Fox Talbot (1800—1877) era un om de știință educat la Cambridge, fellow la Royal Society. Prima lui încercare de a obține o imagine permanentă în camera

obscură a avut loc în 1834. Talbot folosea hîrtie impregnată cu clorură de argint și clorură de sodiu sau iodură de potasiu drept fixator de imagine. În ianuarie 1839 a auzit de descoperirea lui Daguerre și imediat a revendicat propria sa invenție de producere a „desenelor fotogenice" la Royal Society, trimițînd un raport la societate. Între timp el și-a îmbunătățit procedeul prin amestecarea de iodură și de azotat de argint pe hîrtia fotosensibilă și prin utilizarea tiosulfatului de sodiu ca agent de fixare.

Hîrtia fotosensibilă avea un avantaj decisiv față de celelalte suporturi. Ea putea fi folosită pentru a putea produce imagini pozitive, pe o altă foaie identică. În acest scop, negativul era făcut transparent prin ungere cu ulei sau cu ceară. Termenul de „negativ" fusese introdus de Herschel în 1840.

În aceste prime fotografii durata expunerii era de 30—60 minute, iar pentru un portret timpul era ceva mai lung.

În 1841 Talbot a profitat de descoperirea lui J. B. Reade, un preot care era interesat de știință. Descoperirea lui Reade consta în aceea că o soluție de acid galic putea developa o imagine latentă în sarea de argint. Imaginea latentă consta din cristalite de halogenură de argint, a căror reducere fusese inițiată de lumină (acidul galic, un agent de reducere slab, desăvîrșea reducerea cristalelor inițiale). Procedeul a fost patentat de Talbot sub numele de proces „calotip" și el a scurtat mult timpul de expunere necesar; astfel a adus fotografia mai aproape de era „instantaneelor".

În paralel oamenii visau însă și la înregistrarea imaginii reale, colorate a lucrurilor.

În 1861 Maxwell a obținut o „fotografie" color a unei panglici de tartan prin așa-zisul „proces aditiv". Pelicula de halogenură de argint nu era de fapt sensibilă în aceeași măsură la verde, roșu și albastru, fotografia fiind de fapt obținută printr-o serie de accidente fericite. Cu cîțiva ani înainte apăruse la Paris (în 1855) prima fotografie colorată. Ilustrul fotograf Nadar a descris în revista Paris-Photographe fotografia unui papagal prezentat de Bequerel la Expoziția din 1855, de la Paris. Culorile erau fade în lumină puternică și de aceea imaginea trebuia observată în lumina luminării. Fotografia era obținută

printr-o metodă de interferență. Stratul de argint reflecta lumina albă și producea interferențe. Fenomenul fusese descris inițial de Herschel.

În 1908, Premiul Nobel pentru fizică a fost acordat lui Gabriel Lippman, pentru lucrarea sa din 1891 asupra fotografiei în culori. Fotografia cu culori monocromatice era produsă prin interferență. Procedeul a fost pus în valoare de către frații Lumière, pentru fotografia color aditivă, în 1907. Mult mai tîrziu, fotografia color va fi obținută în mod predominant prin substracția culorilor și nu prin adiție sau interferență. Era în anul 1945 și războiul se terminase în Europa.

Fotografia, cunoscută de cei mai mulți oameni prin portretele de familie și prin peisajele-amintire din excursii, a adus imense servicii științei, de la un moment dat încolo putînd fi înregistrate imagini instantanee ale diferitelor procese fizico-chimice, biologice sau astronomice. Nu mai vorbim despre faptul că fotografia stă la baza cinematografului, această artă-industrie a iluziilor.

Graham Bell și inventarea telefonului

Numele lui Bell va rămîne legat totdeauna de invenția telefonului. Alexander Graham Bell s-a născut în Scoția, la 3 martie 1847 (a murit în Noua Scoție, la 2 august 1922). Era un om care rezolva o mulțime de probleme cu talentul lui surprinzător. Viața lui Bell a fost puternic influențată de tatăl și de bunicul lui. Bunicul său din partea tatălui era profesor de „elocință".

Melville Bell (1819—1905), tatăl lui Graham, era unul dintre cei mai buni și mai cunoscuți maeștri ai conferinței și autor al mai multor cărți, unele atingînd chiar peste 200 de ediții. El a studiat bazele acestei arte și a găsit un sistem care să permită reprezentarea vocii prin simboluri; tonul vocii angaja mișcarea limbii, a buzelor și a gîtului. Sistemul se putea aplica la oricare limbă. În tinerețea sa Graham Bell avea să prezinte publicului acest sistem de vorbire sigură, la conferințele tatălui său.

Pe cînd Bell și tatăl său se aflau la Londra (Bell avea 23 ani), unde erau ocupați cu corectarea cursurilor de vorbire, ei și-au pus întrebarea dacă nu s-ar putea aplica

„vorbirea sigură" surzilor, pentru a-i învăța să vorbească. Între timp mama lui Graham murise, iar în anul 1870 medicii au descoperit că tînărul Bell este tuberculos. Întrucît doi frați îi muriseră deja de oftică, tatăl său a luat eroica hotărîre de a pleca cu întreaga familie în Canada. Hotărîrea s-a dovedit bine venită, pentru că tînărul s-a restabilit repede, scăpînd de ftizie. Apoi G. Bell a fost chemat în Noua Anglie, pentru a-i învăța pe surzi limbajul semnelor și acolo și-a pus în valoare chemarea. În 1873 a fost numit profesor de fiziologia vorbirii la școala de oratorie de la Universitatea din Boston, unde a stat patru ani. În acea perioadă intrase în controversă cu profesorii de limbaj al semnelor, care erau de părere că încercarea de a-i învăța pe surzi să vorbească era o pierdere de vreme.

Pe atunci a dat lecții de vorbire unui băiat de 5 ani, surd din naștere, și unei fete de 16 ani, ce surzise la 4 ani. După doi ani de la începerea lecțiilor Bell s-a căsătorit cu acea fată. Părinții băiatului și cei ai fetei au pus la dispoziție suficiente mijloace bănești, pentru a-și continua cercetările care au dus la descoperirea telefonului.

Iată povestea telefonului.

Încă din Londra un filolog, care auzise de preocupările lui Bell, i-a recomandat lucrările clasice ale cunoscutului fizician Helmholtz asupra *Perceperii sunetului*. Bell nu știa germana, dar s-a străduit să citească cartea în original și, de aceea, a înțeles greșit părți importante din carte. Crezuse că Helmholtz reușise să transmită un sunet electric prin fir. Și-a dat seama curînd că s-a înșelat, dar a păstrat mereu în gînd ideea de a întreprinde acest experiment. După sosirea în Noua Anglie a început experiențele.

A trimis mai întîi un șoc de curent printr-un electromagnet și a adus un diapazon alături, pentru a oscila cu frecvența lui proprie. Diapazonul a fost mutat pe un fir, pe care-l atingeau la fiecare oscilație. Fiecare atingere închidea circuitul și prin fir curgea un șir de șocuri, care urmăreau frecvența diapazonului. La celălalt capăt al firului conductor era conectat un alt electromagnet, care avea un diapazon cu aceeași frecvență ca și primul și era excitat de șocuri de curent, care-l făceau să oscileze. Dacă am presupune că lîngă primul electromagnet branșăm

două sau mai multe diapazoane cu diferite frecvențe proprii, iar firul le-ar atinge în ritmul propriei frecvențe, și că un număr egal de diapazoane ar fi branșate la celălalt electromagnet, atunci ar trebui ca fiecare diapazon din a doua grupă să răspundă la oscilațiile celui corespunzător din prima grupă. Deci pe fir s-ar putea transmite tot atîtea tonuri diferite cîte diapazoane există. Acesta era principiul „telegrafului armonic", al lui Bell.

În experiențele următoare Bell a înlocuit diapazoanele prin plăcuțe de oțel (limbi din tuburi de orgă), fiecare avînd frecvența sa proprie. Apoi Bell a magnetizat lamelele, pentru a mări atracția dintre ele și electromagnet. Atunci i-a devenit limpede că, potrivit legilor electromagnetismului, lamelele magnetizate, care oscilează, trebuie să creeze un curent de inducție proprie (autoinducție), care ar trebui să aibă aceeași frecvență cu cea a lamelei. Cu aceasta Bell ținea în mînă cheia viitoarelor descoperiri.

Din carnetul său de notițe și din schițele asistentului său reieșeau în mod clar ideile lui Bell, numai că el credea că curentul indus ar fi prea slab pentru aplicații practice.

În anul 1875 Bell a discutat cu Joseph Henry, marele fizician american, căruia i-a împărtășit ideea. La întrebarea dacă descoperirea lui ar putea fi publicată, Henry i-a răspuns că mai întîi ea trebuia îmbunătățită. Bell i-a replicat că nu crede că are suficiente cunoștințe de electricitate, la care Henry i-a ripostat: „Atunci, învață!"

Bell s-a întors la Boston, la telegraful său. Într-o zi (era 2 iunie 1875), pe cînd lucra cu asistentul său, Watson, în încăperi diferite, fiecare la capătul unui conductor, deodată una dintre lamelele de la capătul la care se afla Watson a fost atrasă atît de puternic, încît Watson a dezlipit-o cu o scurtă mișcare a mîinii; imediat lamela a început să sune. Bell, care, la celălalt capăt ținea lamelele la ureche, a recunoscut imediat tonul, s-a repezit în cealaltă cameră, la Watson, și a strigat: „Ce-ați făcut acolo? Nu schimbați nimic, lăsați-mă să văd!" Bell s-a apucat să modifice aparatul și în ziua următoare se afla în situația de a transmite vocea umană, astfel încît să poată fi recunoscută, deși cuvintele erau încă neclare.

În anul următor, la 10 martie 1876, a transmis pentru prima oară, prin cablu, cuvinte clare. Între timp, Bell, care se ocupa cu reducerea curenților induși, a înlocuit lamele de transmisie și electromagnetul, printr-un transmițător, ce era folosit în alte scopuri, la telegraful său armonic. El consta dintr-o membrană al cărei centru era prins de un fir; capătul firului era pus într-o soluție de acid sulfuric. Cînd membrana începea să vibreze, datorită vocii omului, ea ridica și cobora firul de fier și atunci rezistența electrică varia sincron cu oscilațiile membranei și, o dată cu rezistența, oscila și curentul din circuit.

Prima frază, istorică, ce a fost transmisă prin telefon, nu a fost deloc pregătită. Bell și-a pătat haina cu acid și de emoție a strigat: „Domnule Watson, vino aici! Am nevoie de dumneata!" Watson a auzit chemarea prin telefon și a dat fuga. Așa s-a născut telefonul.

În următorii ani Bell a făcut cunoscută descoperirea lui. Printr-o întîmplare fericită, i s-a oferit prilejul în 1876. Era centenarul independenței S.U.A. La Philadelphia s-a organizat o expoziție uriașă. A venit și Bell cu telefonul. A fost cea mai bună publicitate pentru acesta.

Marele fizician lordul Kelvin, care era acolo, a numit telefonul „cea mai surprinzătoare treabă în America".

În 1880 Bell s-a retras din cercetări. Pînă în 1894 s-a luptat în procese pentru a-și apăra drepturile descoperirii. Ultimul său patent datează din 1894.

Este remarcabil avansul tehnic al lui Bell. El a folosit chiar efectul luminii asupra celulei cu seleniu, care își modifica rezistența electrică sincron cu intensitatea luminoasă, ceea ce era o senzațională experiență pentru anul 1880. Bell a fost de față la inaugurarea primei linii telefonice transoceanice.

Bell a făcut și alte invenții, de anvergură mai mică, încît nu le mai pomenim aici.

Astfel s-a deschis epoca transmiterii rapide a informațiilor personale la mare distanță. Totodată prin extinderea metodei la scară de masă, după al doilea război mondial, telefonul a privat omenirea de acele neprecupețite și valoroase materiale autografe, care ar fi putut fi scrisorile nescrise ale marilor personalități artistice, științifice, politice.

Efectul Coandă

Henri Coandă s-a născut la 7 iunie 1886, în București, într-o familie cu ascendenți care ajung pînă la Tudor Vladimirescu și Iancu Jianu. A urmat școala primară și apoi Liceul „Sfîntul Sava", unde a făcut numai trei clase. În anul 1900 s-a înscris la Liceul Militar din Iași, pe care l-a absolvit în 1903, ca șef de promoție. A urmat apoi Școala Militară de Artilerie din București, devenind ofițer de artilerie în 1905. Atras de științele tehnice el și-a perfecționat cunoștințele studiind mecanica la Technische Hochschule din Charlottenburg, apoi urmînd cursurile Universității din Liège și ale Institutului de Electrotehnică din Montefiori. În continuare s-a înscris la Școala Superioară de Aeronautică din Paris, pe care a absolvit-o în 1909, în fruntea primei promoții a acestei școli.

Multilateral înzestrat, Coandă a avut și alte preocupări. A studiat sculptura, împreună cu Auguste Rodin, care îl socotea deosebit de talentat (dar cu care Coandă însuși și-a dat seama că nu se va putea compara niciodată) și a luat și lecții de violoncel. Fractura unei mîini l-a împiedicat să urmeze firul preocupărilor sale artistice.

Henri nu avea nici 14 ani împliniți cînd a născocit o secerătoare-treierătoare, un fel de combină, pusă în mișcare de aripile unei mori de vînt. La 19 ani a construit în Atelierele Arsenalului Armatei, din Dealul Spirii, macheta unui avion propulsat de o rachetă. Primele preocupări statornice în domeniul aviației le-a avut în 1907, în Belgia, unde a început să construiască planoare, cu prietenul său, italianul Caproni. La Paris a desfășurat o bogată activitate în domeniul aerodinamicii experimentale și al construcției de avioane. Ajutat de inginerul Gustave Eiffel, de savantul Paul Painlevé, de Sratiant și de Blériot, Coandă a realizat un banc mobil, instalat pe o locomotivă, pentru încercări aerodinamice, cu care a studiat fenomenele aerodinamice din jurul aripilor groase, cu fante (în 1908—1909). Între 1910 și 1912 Coandă a inventat un dispozitiv pentru lansarea torpilelor aeriene. Peste puțin timp a realizat un aparat cronofotografic, pentru înregistrarea deplasărilor de aer în jurul corpurilor fuzelate. Pentru a învinge criza de tablă de fier (existau și în acea vreme crize de materii prime), Coandă imaginase rezervoare de benzină și de petrol din beton. În 1918 a conceput case prefabricate din elemente tip, realizînd în acest scop o mașină care proiecta o compoziție de beton încălzită pe niște panouri mobile. Cu uriașa sa putere de muncă, Coandă a inventat și un cuptor solar pentru produs apă dulce din apa de mare. Pentru a separa sarea de apă, Coandă voia să utilizeze energia solară. O oglindă de 15 m^2 urma să încălzească aerul ce trecea printr-o conductă pînă la 500°C, iar pentru a o distila folosea aerul supraîncălzit, care transforma apa de mare în vapori. În acest fel se foloseau 30—40 calorii pentru producerea unui litru de apă dulce, ceea ce corespunde cantității de căldură dezvoltate de o cantitate de benzină mai mică decît cea dintr-o brichetă. De ce nu s-o fi folosit instalația pe scară largă?!

Cea mai mare realizare tehnică a savantului român Henri Coandă a fost primul avion cu reacție din lume. În octombrie 1910, cu prilejul celui de al II-lea Salon Aeronautic de la Paris, un afiș desenat de mîna lui Coandă lansează pentru prima oară în lume denumirea de „turbopropulsor", dată ultimului său tip de aeroplan, pe care-l prezentase cu acest prilej.

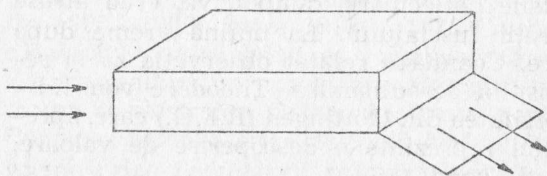
Coandă a fost captivat încă de mic copil de puternicii curenți de aer care antrenau talazurile. Fenomenul vîntului l-a preocupat continuu și i-a împins cercetările spre energia eoliană. De la observarea vîntului la ideea curajoasă de a obține vidul în plină atmosferă nu era decît un pas, dar un pas pe care îl poate face numai un om cu mintea eliberată de cătușele cunoștințelor deja dobîndite.

Efectul Coandă a fost observat la 19 decembrie 1910, în cursul primului zbor aeroreactiv din lume, pe aerodromul din Issy-les-Moulineaux, lîngă Paris. Urmărind evoluția flăcărilor ce părăseau ajutajele, Coandă a constatat cu surprindere că acestea, în loc să fie deviate spre exterior de către plăcile deflectoare, dimpotrivă, erau atrase și alipite de pereții fuselajului. La puțină vreme după această întîmplare, Coandă a relatat observația sa și reputatului specialist în aerodinamică, Theodore von Kármán, de la Universitatea din Göttingen (R.F.G.) care, apreciind că fenomenul reprezintă o descoperire de valoare, l-a denumit efectul Coandă.

Fenomenul aerodinamic sus-amintit a fost brevetat la 10 octombrie 1934, sub numele de *Procedeu și dispozitiv pentru a devia o vînă de fluid care pătrunde în alt fluid.* Coandă remarcase, încă din 1933, că prelungind una dintre buzele orificiului unui ajutaj de secțiune rectangulară sau inelară și îndepărtînd-o continuu de la direcția inițială de curgere, viteza acestei curgeri crește în mod considerabil pentru fiecare mărire a unghiului de deflexie. Presiunea finală fiind evident cea a mediului în care se scurge fluidul, fiecărei măriri a vitezei îi corespunde o micșorare a presiunii în canal, presiune ce este, în consecință, inferioară presiunii finale, variația fiind funcție de pătratul vitezei. Astfel, se poate mări viteza de curgere a unui fluid, care, de la presiunea p_r, dintr-un rezervor, trece la o presiune p_0, într-un alt mediu, fără a se mări nici presiunea inițială, nici temperatura, factori ce acționează în procedeele obișnuite asupra vitezei limite în ajutaje.

Efectul Coandă este un fenomen caracteristic curgerii jeturilor subțiri în apropierea unor pereți solizi, cu profil divergent. Cum se explică fenomenul? După ieșirea din canal, jetul antrenează particulele mediului ambiant, în partea în care nu există voletul și particulele fluide situate între jet și volet. Dacă voletul este suficient de lung, locul particulelor aspirate din domeniul situat între volet și jet nu mai poate fi luat de particulele care vin din afara acestui domeniu și depresiunea astfel creată deviază curgerea în direcția voletului (fig. 16).

Efectul Coandă se produce atunci cînd un fluid aflat sub presiune iese dintr-un recipient printr-o fantă a cărei deschidere are o buză prelungită printr-un perete, al cărui profil discontinuu (profil poligonal, construit din fațete plane) de la direcția de ieșire a fluidului prin fantă; masa de gaz care iese din fantă, avînd tendința de a se lipi de peretele prelungit al deschiderii, antrenează o masă


Fig. 16.

suplimentară de gaz. Se ajunge astfel să fie antrenată și disipată o mare cantitate de fluid ambiant, folosind doar o fracțiune de fluid sub presiune.

Ca fenomen al curgerii fluidelor, efectul Coandă are aplicații vaste, diverse, în aproape toate problemele legate de activitatea navală și aerospațială. Savantul a sugerat un dispozitiv de andocare, constituit din mai multe ajutaje, așezate unul lîngă altul, care poate folosi efectul de sucțiune (sugere), care se produce de-a lungul ajutajelor, pentru a trage un vas lîngă chei și a-l menține apropiat de chei. Ajutajele de tipul Coandă pot fi folosite pentru a propulsa și a ghida vase de suprafață și de adîncime, folosind amplificarea împingerii, obținută cu ajutorul acestora. Efectul poate fi aplicat și la dispozitivele de golire a vaselor. Ajutajul Coandă are avantajul de a nu dispune de părți exterioare mobile.

Există o sumedenie de alte aplicații potențiale ale ajutajului Coandă: purificarea gazelor prin aerare, controlul gazelor arse; el se mai poate folosi în „calculatoare hidraulice", electrice și mecanice, în pompele pentru lichidele criogenice, în dispozitivele pneumatice, în amplificatori de fluide etc.

Însuși savantul a deschis cîmpul utilizării practice a fenomenului, preconizînd un dispozitiv „depresor-amortizor de zgomot", pentru ameliorarea randamentului motoarelor cu combustie internă și concepînd o frînă de recul pentru armele de foc.

Efectul Coandă a fost tratat teoretic de Albert Métral și de Theodore von Kármán.

Despre descoperirea efectului, Coandă nu uită să amintească în următorii termeni: „efectul meu a fost observat întîi în baie, la curgerea vînei de apă din robinet." Se pare că baia a inspirat pe mulți savanți, ca și plimbarea și somnul.

Prima ascensiune a omului în văzduh

Încă din vremuri străvechi oamenii au visat să zboare. Este bine cunoscut mitul lui Icar și al lui Dedal. Dedal era un iscusit meșteșugar, sculptor și arhitect. La porunca regelui Minos al Cretei, a construit Labirintul. Închis aici, împreună cu fiul său Icar, pentru a nu mai construi altul

la fel, cei doi au evadat cu ajutorul unor aripi făcute din pene lipite cu ceară. Icar s-a apropiat prea mult de soare, ceara s-a topit, penele s-au împrăștiat, iar Icar a căzut în mare. Prin urmare, se vede că mijloacele tehnice erau insuficiente pentru ca visul să devină realitate. A trebuit astfel să se aștepte pînă în secolul al XVIII-lea.

Prima demonstrație „teoretică“ (!) cum că este posibil să se construiască o mașină zburătoare, mai ușoară decît aerul, datează de vreo 2 000 de ani. În secolul al III-lea î.e.n. Arhimede a arătat că un corp se ridică într-un fluid, cînd greutatea fluidului dezlocuit este mai mare decît greutatea corpului. Dar au trecut multe secole pînă cînd omul și-a dat seama că aerul este un fluid și că el ascultă de legile fizicii.

În 1670 Francesco de Lana, un călugăr iezuit, arăta că nonaerul trebuie să fie mai ușor decît orice aer, astfel încît un vacuum într-o bulă se va ridica și, la un anumit punct de echilibru, el va pluti în atmosferă. Francesco de Lana a proiectat o navă aeriană, dirijată de om, care să fie purtată de patru sfere de cupru subțiri. Sferele proiectate de el s-ar fi distrus desigur sub presiunea aerului exterior, înainte de a fi dezvoltat forță ascensională, iar călugărul, simțind probabil mirosul rugului, a abandonat ideea, declarînd că Dumnezeu ar considera orice încercare a omului de a zbura ca pe un gest de impietate.

În anul 1777 Cavendish a arătat că hidrogenul este cea mai ușoară substanță și este deosebit de celelalte gaze. El a denumit hidrogenul aer inflamabil. În 1781 tot el a descoperit că apa poate fi descompusă, pentru a da și hidrogen. Hidrogenul era atît de ușor, încît era evident considerat gazul ideal pentru ascensiune, deși era foarte periculos.

În secolul al XVIII-lea s-au dezvoltat și primele cercetări de chimie organică, în jurul celulozei. Era tocmai momentul să apară frații Montgolfier: Etienne (1745—1799) și Joseph (1740—1810), care erau fabricanți de hîrtie.

Iată cum sună legendele despre începutul construcției baloanelor zburătoare.

Se spune că, pentru a realiza balonul zburător, frații Montgolfier s-au inspirat din spectacolul ascensiunii norilor pe versanții Munților Vivarais. După o altă versiune, în 1782 Joseph a observat cum cămașa de noapte a nevestei se ridică, atunci cînd era pusă în fața unui foc, la uscat. O a treia variantă afirmă că madam Montgolfier a întors o pătură deasupra focului, iar Joseph, văzînd cum se ridică, s-a minunat tare. Joseph însă a declarat că ideea i-a venit citind relatările marelui chimist Priestley, asupra experiențelor sale cu diferite tipuri de aeruri.

J. Montgolfier credea că arderea produce un gaz special (vizibil, ca un fum), cu proprietatea pe care el o denumea levitație. Din observații de bun simț, care arătau că diferite materiale produceau levitații diferite cînd ardeau, Montgolfier a tras concluzia că cel mai ușor și mai bun gaz se obține arzînd un amestec de paie umede și lînă tocată. În acest fel, înșelîndu-se de fapt, J. Montgolfier a făcut primul experiment cu succes în noiembrie 1782, folosind o anvelopă de mătase, cu o gaură la bază. Arzînd hîrtie în dreptul orificiului, el a umplut de fapt anvelopa cu aer cald, iar aceasta s-a ridicat pînă la tavanul camerei. A repetat experiența afară, în fața fratelui lui, Etienne, „balonul“ ridicîndu-se la vreo 20 m. Acest succes l-a încurajat pe Joseph să creadă că englezii, care apărau Gibraltarul de armatele Franței și Spaniei, ar putea fi alungați de o armată invadatoare, adusă cu baloanele. Iată deci cum cercetările științifice alunecau imediat spre scopuri militare.

La 25 aprilie 1783 frații Montgolfier au lansat un prototip sferic de balon, din pînză și hîrtie, cu diametrul de 10,5 m, care avea o putere ascensională de 200 kgf. Balonul a atins înălțimea de 300 de m și a zburat 1 km.

După o lună de pregătiri în piața centrală din Amonay, cei doi frați au făcut prima demonstrație publică, fiind de față și notabilitățile din Vivarais. Era 5 iunie 1783. Balonul era cofecționat din pînză dublată cu hîrtie; avea o circumferință de 33 m și un deplasament de 900 kg. Avea un volum de 750 m^3. Ajutoarele lor au umflat balonul cu un foc de paie muiate și firicele de lînă și i-au dat drumul. Acesta s-a urcat la 2 000 m și a zburat 10 minute, pe o distanță de 2 km. Țăranii erau uluiți, iar nobilii și-au uitat scepticismul inițial.

În Anglia, regele George al III-lea, gîndindu-se poate la Gibraltar, scria Societății Regale, oferindu-se să finanțeze experiențele cu baloanele zburătoare. Dar Societatea Regală i-a răspuns astfel regelui: „Din ele nu va ieși nimic

bun, deoarece proprietățile prin care acționează un astfel de glob de foc sînt foarte bine cunoscute din cele 20 de experiențe făcute pînă acum".

Academia Franceză a decis să-i sfideze pe frații Montgolfier și a acceptat oferta unui tînăr fizician, Jacques Charles (cel care a dat numele binecunoscutei legi a gazelor), care, împreună cu doi tehnicieni, Ainé și Cadet Robert, s-au oferit să producă un balon umplut cu hidrogen, învelișul fiind din mătase impregnată cu soluție de cauciuc, pentru a face balonul impermeabil la umezeală.

Cursa dintre amatorii din provincie și profesioniștii din Paris începuse, deși relațiile dintre ei nu s-au deteriorat; era o rivalitate prietenească, în care frații Montgolfier au cîștigat la limită.

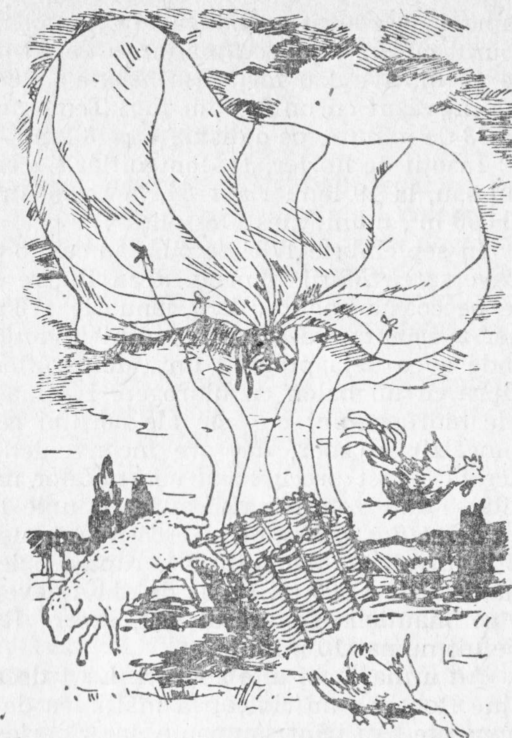
La 27 august 1783 Charles și frații Robert au efectuat o demonstrație cu un balon cu hidrogen, la Champs des Mars (Paris). Hidrogenul a fost obținut punînd acid sulfuric peste pilitură de fier. S-au folosit 225 kg de acid sulfuric și 450 kg de fier. Balonul s-a ridicat la 1 000 m și a zburat 25 km, în 45 minute, căzînd la Gonesse, unde țăranii crezînd că obiectul a venit din Lună (sau din alt loc neplăcut) l-au sfîșiat cu coase și furci. Multă vreme balonul cu hidrogen s-a numit „charlier".

Hidrogenul rămîne și acum un gaz ușor inflamabil, iar accidentele produse cu baloanele zburătoare s-au succedat pînă în 1930, cînd balonul cu hidrogen a fost complet abandonat, după dezastrul zeppelinului Hindenburg.

În același timp cu Charles, frații Montgolfier au pregătit un balon cu înălțimea de 22 m și cu diametrul de 13 m, cu o forță ascensională de 560 kgf. Au pregătit focul sub platforma de lansare. În acest scop au adus 23 kg de paie și lînă. Dar . . . la încercare, un odgon s-a rupt, ranforsarea de hîrtie s-a sfîșiat și totul s-a redus la o grămadă de resturi informe, pe cînd mai rămăsese numai o săptămînă pînă la data la care trebuia să se facă la Versailles demonstrația în fața regelui Ludovic al XVI-lea și a Mariei Antoaneta.

La 19 septembrie 1783, la Versailles, are loc o demonstrație cu un balon numit „Martial", tot al fraților Montgolfier. La experiență ia parte și Pilâtre de Rozier, mare fizician, inventator al măștii de gaze, creator de baloane. La acea dată balonul a zburat cu un coș cu animale: un

Fig. 17.



cocoș, o rață și o oaie (fig. 17). Aceste creaturi au călătorit ceva mai mult de 3 km, iar la coborîre primul care le-a luat în primire a fost Pilâtre de Rozier, cel care rămîne în istorie ca primul aeronaut, iar după doi ani, ca prima victimă a unui dezastru aerian.

După zborul la care au participat și animalele, Montgolfier a promis să facă un balon manevrabil. Regele era rezervat, dar apoi a consimțit, cu condiția ca echipajul să fie format din doi criminali, condamnați și care urmau să fie iertați, dacă se întorceau teferi pe pămînt, lucru puțin probabil, după părerea lui Ludovic. Această propunere l-a jignit pe Rozier, care dorea ca gloria primului zbor să nu ajungă pe mîinile criminalilor. Rozier a intervenit pe lîngă Maria Antoaneta, împreună cu marchizul d'Arlanelles. Acum Ludovic și-a dat consimțămîntul, iar cei doi

oameni au zburat cu balonul la 20 noiembrie 1783. Ei au zburat cu un balon cu înălțimea de 23 m și cu diametrul de 15 m, avînd o forță ascensională de 770 kgf. Balonul era prevăzut cu un coș din fier. Temerarii au zburat timp de 23 de minute, pe o distanță de 8 km.

Însoțit de Rozier, J. Montgolfier s-a ridicat și el, la rîndul său, la 19 ianuarie 1784, la Lyon, într-un monstru de 23 000 m^3, numit „les Flesselles".

În septembrie 1784 se pune la cale o competiție pentru traversarea Mării Mînecii. Jean Pierre Blanchard, plecat de pe coasta engleză, la 7 ianuarie 1785, a triumfat. Rozier a așteptat șase luni condiții favorabile, la Boulogne, unde avea deja pregătit un „Montgolfier", prevăzut deasupra cu un balon cu hidrogen. Mașina combina avantajele hidrogenului cu cele ale aerului cald, care poate fi reîncălzit în zbor, dar are inconvenientele amîndorura. Acesta a fost precursorul aerostatelor moderne, cu heliu. Pilâtre de Rozier s-a ridicat la 16 iunie 1785, într-un aparat defectuos, obosit de încercările nereușite; în aceste condiții, învelișul balonului s-a rupt, Rozier căzînd de la o înălțime de 1 500 m. La 31 de ani a devenit prima victimă a aeronauticii. Tovarășul său, Pierre Romain i-a supraviețuit numai 10 minute.

Au urmat apoi alte zboruri. La 1 decembrie Charles și Ainé Robert s-au ridicat la înălțimea de 500 m, în cîteva momente. Au băut șampanie, iar Charles i-a spus lui Robert: „Nu-mi pasă de Pămînt! Pentru mine acum totul e cerul! Ce seninătate!". Cei doi au stat în aer două ore și au aterizat la 43 km de punctul de lansare. Imediat după acest zbor, Charles s-a ridicat iar și a văzut astfel apusul de două ori. La înălțimea de 3 km a simțit o durere acută în urechi și a aterizat după 35 de minute. A fost ultimul său zbor. Charles a fost primul savant care a zburat. După aceea i-a priit studiul gazelor, în care a făcut descoperiri de seamă.

De la inventarea balonului pînă la cea a avionului a trecut multă vreme, iar pînă la cea a zborurilor colective și mai multă. La începutul secolului nostru zborul cu avioane ușoare a devenit repede dintr-un fel de sport temerar, un fel de curajoasă intervenție în luptă, în timpul primului război mondial, cînd un pilot manevra avionul, iar un însoțitor arunca bombele, cu mîna, pur și simplu,

în capul războinicilor de pe pămînt. Baloanele însă nu și-au pierdut actualitatea nici astăzi, cînd se mai fac aiurea încercări de a transporta cu ele, în special, mărfuri.

Orologiile lui Christiaan Huygens

Christiaan Huygens, marele învățat al secolului al XVII-lea, este cunoscut mai ales ca autor al celebrului principiu de propagare a undelor; el se află la loc de cinste în manualele de fizică (acustică și optică). Se știe că Huygens a adus contribuții majore în optica geometrică teoretică și că a susținut, în opoziție cu Newton, teoria ondulatorie a luminii.

Puțini știu însă că marele Huygens s-a preocupat mulți ani de perfecționarea ceasornicelor și că este autorul unor invenții valoroase în arta măsurării timpului.

C. Huygens s-a născut la Haga, în 1629, fiind al doilea fiu al lui Constantÿn Huygens, poet și om de stat celebru. Christiaan a studiat dreptul și matematica, mai întîi la Universitatea din Leyda (1645—1647), apoi la Collegium Arausiacum, din Breda. După aceea, s-a întors la Haga, unde a rămas în casa părinților, pentru a se consacra studiului matematicii, fizicii și astronomiei, pînă în 1666. Acești ani au fost deosebit de productivi: Huygens a dezvoltat teoria probabilităților, a dat legile ciocnirilor elastice și a forței centrifuge, a construit primul orologiu cu pendulă, s-a ocupat de optica geometrică și de optica practică (de șlefuirea lentilelor), a descoperit inelele lui Saturn și satelitul său, Titan.

În 1666 ministrul francez Colbert, care fondase Academia de Științe, i-a oferit lui Huygens un loc la Academie; Huygens a acceptat, instalîndu-se la Paris, unde a locuit pînă în 1681. Au fost ani fecunzi. În 1673 a publicat *Horologium Oscillatorium,* carte dedicată lui Ludovic al XIV-lea, carte în care a pus de fapt bazele dinamicii solidelor. Tot în 1673 Huygens a inventat o mașină cu pulbere de tun, care implica de fapt principiul viitorului motor cu explozie. În 1675 Huygens a creat un balansier prevăzut cu resort spiral (atît de răspîndit azi la ceasornicele mecanice), pentru a servi drept regulator la cronometru; tot în același an a dat la iveală teoria generală a vibrațiilor armonice.

Huygens și-a reluat studiile de optică, în urma descoperirii, în 1670, de către Erasmus Bartolinus a dublei refracții în spatul de Islanda. Atunci a încolțit în mintea lui concepția unei teorii ondulatorii a luminii, iar în 1677 el explica în mod clar și complet legile dublei refracții, folosind celebrul său principiu. În anul următor el a comunicat la Academie teoria sa asupra naturii ondulatorii a luminii, dar a publicat-o abia în 1690, sub forma unei cărțulii, *Tratat asupra luminii,* capodopera sa.

În 1681 Huygens s-a întors la Haga, iar după moartea tatălui (1687) s-a retras la Hofwijck, la țară.

Pe lîngă ceasornicărie și șlefuirea de lentile, preocuparea sa de căpetenie a fost enunțul exact al principiului conservării energiei mecanice. Se servise de el multă vreme, considerîndu-l drept o axiomă, dar abia în 1693 l-a enunțat în mod clar. A murit în 1695, la Haga, în propria casă.

Activitatea de inventator de ceasuri a lui Huygens a fost bogată și variată.

După primul său ceasornic cu pendulă, pe la 1659—1660 a inventat un ceas deosebit, cu pendulă conică, și l-a construit efectiv în 1667—1668. Pendula lui Huygens diferea în mod esențial de cea obișnuită: greutatea atîrnată descria continuu un cerc orizontal, mișcarea angrenajelor și a acelor fiind continuă, dar orologiul nu făcea tic-tac, pentru că nu avea dispozitiv de „anclanșare-declanșare". Într-o scrisoare din 1667 și într-una din 1668 Huygens scria despre acest ceas: „. . . e un alt tip de ceas . . . cu pendulă ce se învîrte în cerc . . . merge destul de bine și fără zgomot".

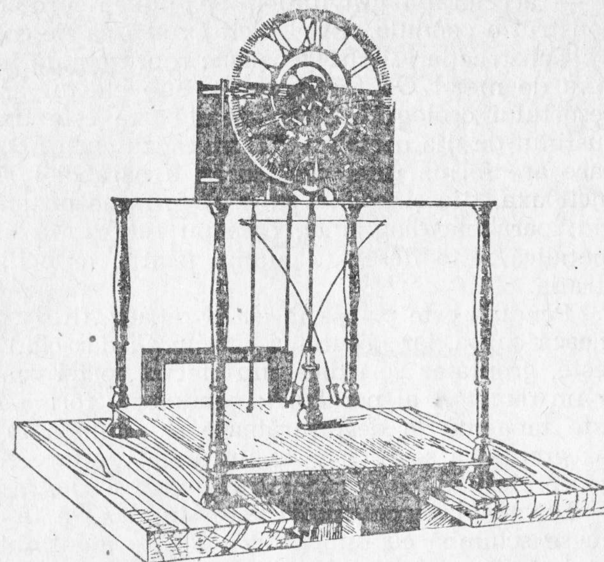
Huygens a construit două modele ale acelui ceas. Pe unul dintre ele îl știm din două schițe grosolane, aflate în manuscrise, la biblioteca Universității din Leyda. Cealaltă pendulă izocronă este, dimpotrivă, una dintre cele mai ingenioase și este foarte frumoasă (fig. 18).

Se cunoaște formula care dă perioada unei pendule conice

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l\cos\alpha}{g}},$$

unde l este lungimea pendulei, α — unghiul de ascensiune,

Fig. 18.



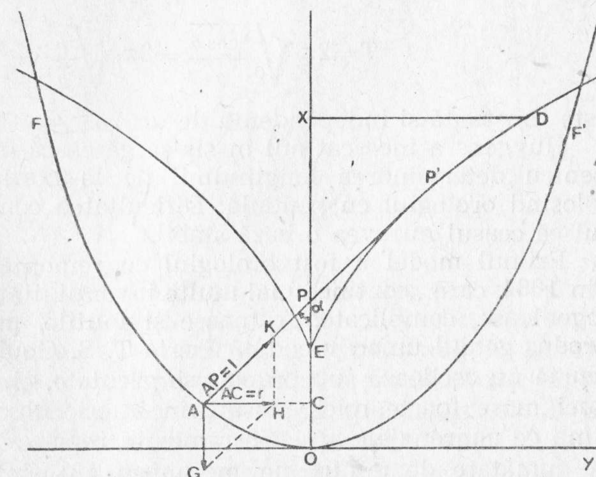


Fig. 19.

g — accelerația gravitației. Se punea problema de a construi o pendulă, astfel încît l cos α să fie constant.

Construcția lui Huygens este reprezentată în figura 19. Axa de metal OX se răsucește sub efectul greutății sau resortului orologiului. De această axă este fixat în E și susținut de tija metalică XD un cadru curb ED, din metal, care are forma unei desfășurări a parabolei FOF', astfel încît axa, tija și cadrul curb să formeze un ansamblu rigid; parabola diagramei, care nu reprezintă nici o parte metalică, este desenată numai pentru a facilita demonstrația.

Pendula este prinsă în D. În repaus, firul pendulei urmează curba, iar greutatea este în O; dar cînd axa se rotește, greutatea se ridică sub efectul forței centrifuge într-un punct A al parabolei; pendula ia forma $DP'A$ ($P'A$ este tangentă la desfășurătoare și normală la parabolă), iar greutatea se rotește cu un unghi de ascensiune α, pe un cerc situat pe paraboloidul de revoluție, în jurul axei.

Dovada izocronismului este simplă. De fapt mișcarea nu se schimbă cu nimic, dacă P este menținut astfel încît l să fie egal cu PA, adevărata lungime a pendulei; de aici rezultă că l cos α este egal cu PC, adică cu proiecția normalei AP pe axa X. După binecunoscuta proprietate a parabolei, această proiecție este constantă și egală cu p, cînd ecuația parabolei este $y^2=2px$. Urmează deci că

$$T=2\pi\sqrt{\frac{l\cos\alpha}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{p}{g}}$$

este constantă și independentă de α.

Huygens a încercat ani în șir să găsească un procedeu pentru determinarea longitudinii de la bordul navelor, folosind orologiul cu pendulă. Dificultatea consta în faptul că ceasul nu avea o bază stabilă.

Primul model a fost orologiul cu remontor (fig. 20), din 1664, care „conținea mai multe invenții dintre cele mai ingenioase, complicate, frumoase și inutile, pe care le-a produs geniul uman vreodată“ scria T. S. Gould. Pendula scurtă nu oscilează sub propria sa greutate, ci sub efectul unei mase foarte mici, plasată în interiorul ceasului, în timp ce angrenajele și acele rămîn în repaus. La interval de jumătate de minut, un mecanism automat stabilește

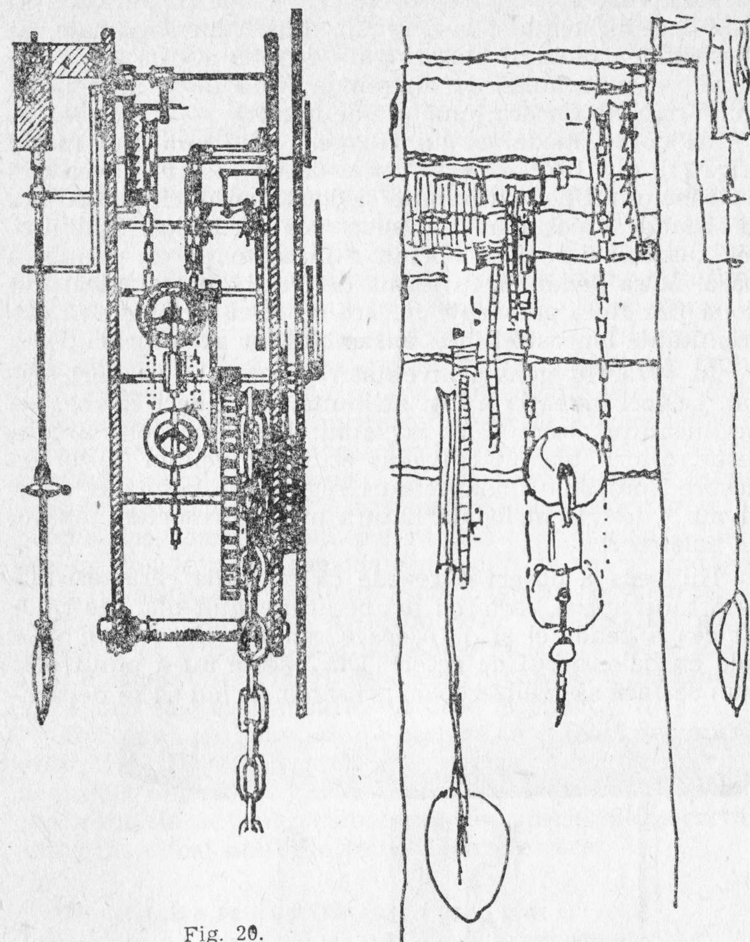


Fig. 20.

contactul între pendulă și angrenaje, masa cea mică urcă rapid sub influența greutății motoare a pendulei și roțile dințate încep să se rotească exact atît cît trebuie, pentru a avansa acul orar și minutarul cu o jumătate de minut. Apoi totul reîncepe, iar asta se întîmplă la fiecare 30 de secunde. Avantajul remontorului constă în faptul că pendula se mișcă sub efectul masei mici și că nu e legată de

dispozitivul de „scăpare“ decît prin coroană. Perioada sa este deci influențată de neregularitățile din angrenaje, de viscozitatea uleiului etc., singura funcție a greutății principale și a trenului de angrenaje fiind de a urca rapid masa mică la fiecare jumătate de minut.

Al doilea model al lui Huygens este orologiul marin (fig. 21), din 1672. El era mișcat de un resort și avea trei cadrane, unul pentru minute și două mai mici, pentru ore și secunde. Ceasul avea o suspensie cardanică. Stabilitatea suspensiei se făcea printr-o masă mare, cu plumb la bază. Masa pendulei, în formă de lentilă, era atașată prin două fire fine, prevăzute fiecare cu fălci cicloidale la extremitățile lor, astfel încît ansamblul lor avea formă de V.

În 1675 Huygens a inventat regulatorul cu resort spiral. Uneori invenția a fost atribuită lui Robert Hooke, binecunoscutul secretar al Societății Regale. Hooke a contestat prioritatea lui Huygens asupra invenției și vorbea despre „propriile mele ceasuri reglate de resorturi“, dar el nu a descris niciodată natura micilor resorturi atașate de balansier.

Huygens a observat repede că perioada caracteristică resortului spiral varia cu temperatura mult mai mult decît cea a pendulei și de aceea a renunțat la experiențele sale cu balansierul cu resort. Din păcate nu a putut găsi cum să facă să realizeze compensarea. Vrînd să se debara-

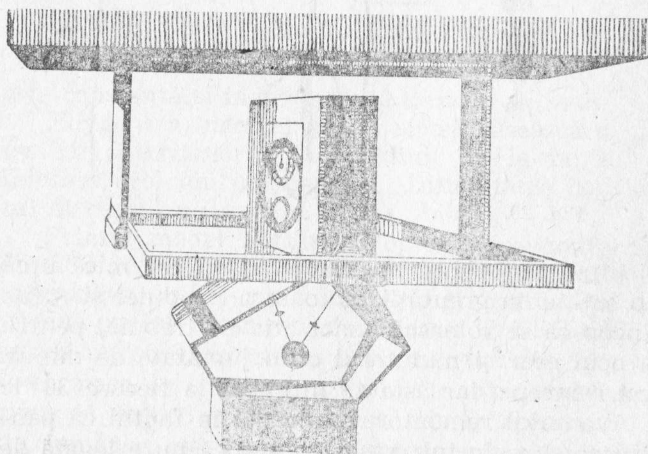


Fig. 21.

seze de spirală, dar păstrînd balansierul, Huygens l-a suspendat de trei fire și a denumit pendula astfel creată: Pendulum cylindricum trichordum. Cînd se deplasa balansierul (un cilindru gol, destul de greu) din punctul mort, acesta se ridica ușor, iar firele se depărtau de la poziția lor verticală, inițială. Cînd i se dădea drumul, el executa o mișcare de rotație și de du-te-vino.

Aceste pendule erau destinate uzului marin. Huygens le-a construit el însuși și le-a încercat în golful Zuiderzee. Cu toate eșecurile suferite cu orologiile cu pendulă, pentru mare, Huygens a continuat să spere și chiar în ultimii ani de viață el a construit noi modele în acest scop.

Invențiile lui Huygens stau la baza ceasurilor din lumea întreagă. Ceea ce se cunoaște mai puțin este faptul că Huygens, nesigur de calitățile excelente ale pendulei și balansierului său, a inventat o serie de alte mecanisme, care aveau frecvențe bine definite; ele erau destinate perfecționării orologiilor sale. Cea mai mare parte a numeroaselor lui demonstrații matematice și mecanice erau pur geometrice, foarte ingenioase, rareori ușor de citit și întotdeauna foarte puțin comode din punct de vedere modern. În cazul sistemelor oscilante, mai degrabă complicate, s-a constatat că valoarea perioadei este în mod invariabil omisă și că Huygens n-a calculat-o niciodată. Se crede că era incapabil s-o facă, deoarece procedeele matematice ale epocii sale erau insuficient puse la punct.

Rar apar pe lume capete care să facă mari descoperiri științifice și invenții geniale, în același timp. Se cunoaște seniorala detașare de cele pămîntești a savanților și adesea repulsia inventatorilor față de speculația teoretică. Huygens a fost unul dintre acele capete rare.

Sonicitatea sau destrămarea unui mit

Cînd, de la Lavoisier încoace, savanții s-au ocupat de studierea proprietăților fluidelor, un lucru părea bine lămurit: gazele își modifică volumul sub influența presiunii, însă lichidele sînt incompresibile.

O descoperire epocală este uneori acea descoperire care contrazice tot ceea ce se știa pînă atunci într-un domeniu, ceea ce părea, la nivelul bunului simț, definitiv stabilit și unanim acceptat. Așa s-a întîmplat cu sonicitatea,

o nouă ramură a științei, știința transmiterii energiei mecanice prin intermediul vibrațiilor și al undelor elastice în masa lichidelor.

Inițiatorul sonicității a fost Gogu Constantinescu, un român născut la Craiova, la 4 octombrie 1881. G. Constantinescu a făcut studii strălucite la Școala Națională de Poduri și Șosele din București. De tînăr a fost frămîntat de problema transmiterii energiei mecanice prin vibrații în medii elastice. Noțiunea de sonicitate a fost dezvoltată după multe observații îngrijite asupra efectului mecanic generat de sunet, adică de vibrațiile armonice ale aerului. Acest efect, amplificat prin rezonanță, este similar cu cel care, de exemplu, îl făcea pe Caruso să spargă un pahar de sticlă, de la distanță, cînd vocea lui accentua o anumită notă muzicală.

Dacă aerul care vibrează poate, în anumite condiții, să genereze spectaculoase efecte mecanice, de ce, gîndea tînărul savant, n-ar putea un mediu ca apa, care este de o mie de ori mai dens decît aerul, să genereze efecte de o mie de ori mai puternice? Cu atît mai mult, cu cît energia vibrațiilor ar putea fi îndreptată prin conducte de apă și nu s-ar risipi în toate direcțiile.

Dar clasicii fizicii susțineau că lichidele sînt incompresibile și deci vibrațiile (contracții și dilatări succesive ale mediului) n-ar avea șanse de propagare.

Dezvoltînd ideea transmiterii energiei mecanice prin lichide, pe baza unor calcule analitice riguroase, omul de știință român a ajuns la concluzia că transmiterea era posibilă. Gogu Constantinescu a prevăzut că se pot transmite puteri de zeci de kilowați prin unde elastice în apă. Pentru inginerii și savanții timpului aceste lucruri păreau absurde. Elasticitatea apei, neglijabilă, fusese totdeauna omisă din calculele de construcție a rezervoarelor, a conductelor, a pompelor hidraulice. Gogu Constantinescu a avut de luptat cu prejudecăți bine înrădăcinate. Cînd a depus un patent de invenție în S.U.A., examinatorul a refuzat pur și simplu să ia în considerare ereziile al căror autor era caracterizat drept un „român nebun".

În ciuda adversităților, Gogu Constantinescu nu s-a descurajat. Și-a continuat cercetările pe linia noii științe. Mai întîi trebuia să dovedească posibilitatea teoretică a transmiterii puterii mecanice prin apă. În acest scop a lucrat cu conducte din oțel, care erau considerate rigide, ele fiind de o sută de ori mai puțin compresibile decît apa. Mai erau apoi de rezolvat problema generării și cea a colectării energiei la extremitățile conductei. Cu alte cuvinte, trebuiau create teoria generării și teoria colectării energiei sonice, deci era necesar să fie găsite legile conversiei mecano-sonice. El a arătat că pentru a obține o eficiență maximă de conversie trebuie îndeplinite anumite condiții: frecvențele de vibrație ale generatorului și receptorului să fie identice sau una să fie un submultiplu al celeilalte; lungimea conductei sonice să fie egală cu lungimea de undă a sunetului în acel mediu sau cu un multiplu al ei; rezonatorul să fie adaptat grilei sonice, pentru a putea absorbi întreaga energie produsă de generator. Cele trei reguli combinate corespund de fapt rezonanței.

Gogu Constantinescu și-a impus teoria prin construirea unor mașini și dispozitive bazate pe proprietățile elastice ale apei. În fața evidenței, opinia publică științifică a cedat. Transmiterea energiei mecanice prin vibrații era mai eficientă și mai ieftină decît metodele deja folosite (hidraulice, pneumatice, electrice).

Sonicitatea s-a impus definitiv datorită nevoilor primului război mondial. Propunerile de armament ale lui Gogu Constantinescu au cîștigat un concurs lansat de Amiralitatea britanică. Ca urmare, savantului român i s-a oferit un laborator propriu, la firma nou înființată „Uzinele Sonice", în care se executau și comenzi militare. Acestei firme i s-au solicitat 40 000 dispozitive de sincronizare a tirului mitralierei printre palele elicei de avion. Se puteau trage astfel cîte 2 400 gloanțe pe minut. Acestei invenții, mărturisesc contemporanii, i s-a datorat, în parte, superioritatea aviației aliate asupra celei germane.

Gogu Constantinescu a construit și alte dispozitive. Dar, în același timp, el a și aprofundat noua știință. A descoperit fenomenul de cavitație a sunetului, a pus în evidență posibilitatea prelucrării metalelor cu ajutorul ultrasunetelor. El a inventat, de asemenea, faimosul convertor de cuplu, care înlocuiește cutia de viteze obișnuită a automobilelor. Astfel, un automobil cu un motor cu cilindreea de 500 cm^3, prevăzut cu o cutie de viteze cu convertor sonic automat, continuu, duce confortabil patru pasageri pe o distanță de o sută de kilometri cu viteza de

60 km/h, cu un consum de numai 2 litri de benzină. În condițiile de astăzi multe dintre invențiile lui Gogu Constantinescu revin în actualitate.

Cum se explică descoperirea uimitoare a lui Gogu Constantinescu, opusă tuturor normelor științifice din acea vreme? Chiar autorul sonicității dă unul dintre posibilele răspunsuri: „Se pare că ceea ce știm se datorește în special descoperirilor și invențiilor făcute de persoane care au avut destulă tărie să uite o mare parte din ceea ce învățaseră. Lucrurile mari sînt descoperite de persoane care au încredere în ele însele și sînt lipsite de orice prejudecată".

VARIA

Căci fabrica gîndirii, e știut,
Lucrează ca războiul de țesut:
Tălpigul, singur, mii de ițe-agită,
Suveica fuge-n sus și jos ușor,
Curg nevăzute firele în zbor
Și mii de noduri ies dintr-o lovită.

(J. W. Goethe — *Faust*)

Savanții au cuvîntul . . .

. . . Nu știu cum mă vede lumea, dar eu însumi mă văd doar ca pe un copil care se joacă pe malul mării, încercînd să găsească din cînd în cînd o pietricică mai netedă sau o scoică mai frumoasă decît cele obișnuite, în timp ce imensul ocean al adevărului se află nedescoperit, în întregimea sa, înaintea lui . . .

(Isaac Newton)

. . . Succesul meu ca om de știință, oricît de mare a putut ajunge, a fost determinat — atît cît pot să judec — de calități spirituale și de condiții complexe și variate. Dintre acestea, cele mai importante au fost: dragostea pentru știință, nemăsurata răbdare de a reflecta vreme îndelungată asupra unui subiect, siguranța în observarea și adunarea faptelor și o bună parte de inventivitate și de bun simț . . .

(Charles Darwin)

. . . Și apoi, în ciuda defectelor și greșelilor lor, oamenii de știință au mai mult sau mai puțin același suflet: cu toții profesează cultul adevărului prin el însuși; pentru ei știința este o religie . . .

(Charles Richet)

. . . Lucrul cel mai minunat pe care îl putem întîlni este misterul. La baza artei și științei adevărate se află emoția primară. Cel care nu știe acest lucru și nu poate fi curios sau nu mai poate simți uimire este ca și mort, asemenea unei lumînări stinse . . .

(Albert Einstein)

...În știință faptul sugerează ideea, ideea direcționează experiența, iar experiența judecă ideea...

(Claude Bernard)

...Marea frumusețe a științei este ca, pătrunderea, într-un grad mai mare sau mai mic, în adîncurile ei, să deschidă ușile unei și mai abundente cunoașteri, copleșind cu frumusețe și cu utilitate...

(Michael Faraday)

...Adevărul apare din erori mai ușor decît din confuzii...

(Confucius)

...Oamenii care se dăruiesc acestei mari arte, care este arta de a face descoperiri, trebuie să fie independenți și liberi, subzistența lor trebuie să fie asigurată pe cheltuiala societății... De la acești oameni nu trebuie să se pretindă să învețe pe alții știința, ci ei trebuie lăsați să inventeze și să publice, fiindcă descoperirile sînt rare...

(Antoin Laurent de Lavoisier)

...Știința te face puternic, nu bogat, dar forța te poate face atît bogat, cît și sărac: bogat, cînd ea servește pentru a produce (a crea) și sărac atunci cînd ea servește la distrugere...

(Justus von Liebig)

...Faptele nu încetează să existe, chiar dacă ele sînt ignorate...

(Aldous Huxley)

...Experiența de fiecare zi și istoria ne învață că în științele biologice și medicale poți rareori să înaintezi depărtîndu-te de fapte, fără a rătăci drumul...

(W. J. Beveridge)

...Să cauți adevărul este mai de preț decît să-l posezi...

(G. E. Lessing)

...Legea fizică trebuie să aibă frumusețe matematică...

(P. A. M. Dirac)

...Laturile opuse nu sînt contradictorii, ci complementare...

(Niels Bohr)

...Dacă am putut vedea ceva mai departe decît alții se datorește faptului că m-am ridicat pe umerii unor giganți...

(Isaac Newton)

...Scopul științei este acela de a dezvolta fără prejudecăți o cunoaștere a faptelor, a legilor și a proceselor naturii...

(R. Millikan)

...Cînd poți măsura fenomenul de care vorbești și poți să-l exprimi în cifre, atunci știi ceva despre el, iar cînd nu poți să-l măsori și nu poți să-l exprimi în numere, cunoașterea ta este insuficientă și nesatisfăcătoare; poate fi începutul unei cunoașteri, dar ai avansat în gîndirea ta extrem de puțin spre stadiul de știință...

(J. J. Thomson — Lord Kelvin)

...Nu îndrăznim, nu pentru că problemele sînt dificile, ci fiindcă nu îndrăznim, ele sînt dificile...

(Seneca)

...Destinul adevărului este de a fi ridiculizat înainte de a fi recunoscut...

(Albert Schweitzer)

...Cel care iubește în mod sîrguincios natura minunată și care vrea să cunoască starea particulelor inițiale, adînc ascunse, care formează corpurile, trebuie să cerceteze toate proprietățile și modificările lor... Așadar..., cel care, iubind cu pasiune natura, o va măsura prin geometrie, o va cîntări prin mecanică și o va privi prin optică, este foarte probabil că va ajunge la tainele căutate...

(M. V. Lomonosov)

. . . Tinerii autori supraestimează totdeauna capacitatea cititorului de a înțelege dintr-o notă scurtă, în timp scurt, ideile pe care ei înșiși și le-au format cu greutate și foarte încet . . .

(J. J. Thomson)

. . . Toată știința noastră, raportată la realitate, este primitivă și copilărească și totuși ea este cel mai prețios lucru pe care-l avem . . .

(A. Einstein)

. . . Analogiile sînt nu numai un produs legitim al științei, ci ele sînt capabile, la rîndul lor, să genereze știință . . .

(J. C. Maxwell)

. . . O calitate a omului, care mi se pare foarte importantă, este aceea de a persevera. Adesea, în activitatea omenească esențială este inteligența. Posibilitățile nelimitate ale inteligenței umane se pot însă dezvolta numai printr-o continuă perseverență, pentru că numai ea împinge înainte gîndirea . . . Niciodată să nu uitați că a încerca nu este totul. Nu trebuie să lăsați nicicînd la jumătatea drumului ceea ce ați început, ci trebuie să mergeți totdeauna înainte, pînă la capăt . . .

(Henri Coandă)

. . . Dacă poți găsi cum să măsori ceea ce nu s-a mai măsurat niciodată sau cum să măsori mai precis ceva, atunci poți fi sigur că vei găsi un lucru interesant . . .

(Carl Anderson)

. . . Omul de știință nu studiază natura pentru că ea e utilă; el o studiază pentru că se desfată în ea și se desfată în ea pentru că natura este frumoasă. Dacă natura n-ar fi frumoasă, n-ar merita s-o cunoști, iar dacă natura n-ar merita cunoscută, viața n-ar merita trăită . . .

(Henri Poincaré)

. . . Cu cît experimentul este mai departe de teorie, cu atît este el mai aproape de Premiul Nobel . . .

(F. J. Curie)

. . . Sînt convins că obișnuința de a ține ochii deschiși către orice se petrece în mersul obișnuit al vieții de zi cu zi a dus mai adesea . . . la îndoieli utile și scheme rafinate pentru investigare și îmbunătățire, decît toate meditațiile mai intense ale filozofilor în orele special dedicate studiului . . .

(Count Rumford)

. . . Multă vreme avusesem părerea — e o convingere personală — că dacă ai ști mai multe despre nucleu, ai găsi că este un lucru mult mai simplu decît ne închipuim; că aceste lucruri fundamentale au ajuns, cred eu, să fie foarte simple. Dar, de obicei, lucrurile nefundamentale sînt cele foarte complexe. Astfel avem speranțe . . . trebuie să căutăm mai întîi simplitatea în sistem. Și dacă nu găsim simplitate, ei bine!, pornim să căutăm ceva mai complicat. Eu am rămas totdeauna credincios simplității, fiind eu însumi o persoană simplă . . .

(Ernest Rutherford)

. . . În știință . . . un singur om poate să înfăptuiască mai mult decît sute de colective puternice: nu hotărăște cantitatea, ci calitatea . . .

(V. Smilga)

. . . Un vis rupt de realitate este tot atît de lipsit de sens ca și realitatea fără vis . . .

(Max Reinhardt)

. . . Orice cercetare științifică începe totdeauna prin inventarea unei lumi posibile sau a unui fragment al acestei lumi . . .

(Peter Brian Medawar)

. . . Știința nu are patrie, pentru că ea este patrimoniul omenirii întregi, flacăra care luminează întreaga lume. Știința trebuie să fie însă cea mai înaltă personificare a patriei, deoarece, dintre toate popoarele, acela va fi totdeauna cel dintîi, care va fi în frunte prin lucrările gîndirii și ale inteligenței . . .

(Louis Pasteur)

...Fără credința că este posibil să sesizezi realitatea cu ajutorul construcțiilor matematice, fără credința în armonia internă a lumii noastre, nu va putea exista știință. Această credință este și va rămîne întotdeauna motivul fundamental al oricărei științe...

(A. Einstein)

...Este un act de temeritate să cercetezi cauzele fizice, dar numai avînd curajul să formulezi teorii și apoi să le abandonezi, cunoașterea naturii avansează...

(Henry-Norris Russell)

...Istoria științelor ne învață că toate concepțiile noi, înainte de a fi recunoscute ca exacte, s-au izbit de idei admise sau de moduri de învățare admise în mod general. Pentru ca spiritul uman să poată să continue orbitoarea sa carieră și ca să poată să rezulte din aceasta aplicații utile și adesea magnifice, trebuie ca cercetarea științifică, sub forma sa fundamentală, să rămînă onorată și liberă...

(Louis de Broglie)

...Într-adevăr, geniul înseamnă ceva mai mult decît facultatea de a percepe într-un mod neobișnuit...

(William James)

...Printre altele, fiecare știință este ordonarea, simplificarea, transformarea îndigerabil a ceea ce este nedigerabil pentru spirit...

(Hermann Hesse)

...Cercetarea teoretică fundamentală constituie tot atît o contribuție culturală și intelectuală pentru societate cît și muzica, arta și literatura. Cercetarea fundamentală merită susținere din aceleași motive ca și activitatea artistică: ambele contribuie la ameliorarea intelectuală a speței umane...

(Haward Clark)

...Prin spațiu, universul mă cuprinde și mă înghite ca pe un punct; prin gîndire, îl cuprind eu...

(B. Pascal)

...Într-o descoperire științifică problema constă în a găsi o analogie fizică ce ar ajuta gîndirii să ia rezultatele cercetării precedente, dar fără a subordona o teorie oarecare, bazată pe principiile fizice ale acelei științe din care s-a împrumutat analogia, pentru a nu te îndepărta de la însuși obiectul cercetării, alegînd cu minuțiozitate subtilitățile analitice, pentru a nu te pomeni la granița adevărului, din cauza ipotezei care îți place...

(J. C. Maxwell)

...Tu vezi lucrurile și spui: de ce? Dar eu visez lucruri care n-au existat niciodată și spun: de ce nu?

(G. B. Shaw)

...Cei care îndrăgesc practica fără teorie sînt asemenea unui marinar care se urcă pe o corabie fără cîrmă sau fără busolă și care de aceea nu poate fi niciodată sigur ce cale va urma...

(Leonardo da Vinci)

...Asemenea unui compus chimic, cunoașterea științifică se purifică prin recristalizare...

(J. M. Ziman)

...Îndoiala face parte integrantă dintr-o știință în dezvoltare, ea fiind una dintre condițiile prealabile ale cunoașterii științifice. Sau vom lăsa poarta deschisă îndoielii noastre, sau nu vom avea nici un progres. Nu există cunoaștere fără întrebare și nici întrebare fără îndoială...

(Richard Feynman)

...Noul în știință nu este niciodată o simplă negare a ceea ce este mai vechi, ci modificarea esențială a acestuia, aprofundarea și generalizarea sa în raport cu noile sfere ale cercetărilor...

(N. N. Semionov)

...Artistul face de multă vreme inteligibile și comunicabile afirmații, chiar dacă nu totdeauna precise, despre lucruri complexe. Dacă metode noi, care ar putea avea desigur legătură cu estetica, ar permite omului de știință

să se mişte în domenii mai complexe, aria sa de interes s-ar apropia de cea a umanistului, iar ştiinţa ar putea, o dată mai mult, să se furişeze în întreg domeniul activităţii umane...

(C. S. Smith)

...Adevărul ştiinţific există în mai multe ipostaze şi este considerat la fel de ştiinţific: fie că apare în forma robustă şi în culoarea vie a unei ilustrări fizice, fie în subtilitatea şi în paloarea unei expresii simbolice...

(J. C. Maxwell)

...Adevăratul preţ al oricărui lucru este munca şi chinul de a dobîndi acel lucru...

(Adam Smith)

...Ştiinţele naturii nu descriu şi explică pur şi simplu natura; ele constituie o parte a interacţiunii dintre natură şi noi înşine: ştiinţa descrie natura aşa cum este ea expusă metodei noastre de chestionare...

(W. Heisenberg)

...O imagine moderat de satisfăcătoare a acestei lumi a fost atinsă doar cu marele preţ al desprinderii noastre din imagine, păşind înapoi, în rolul unui observator neimplicat...

(Ervin Schrödinger)

...M-am gîndit la ştiinţă cu o pasiune, din păcate, nediferenţiată. Am dorit să înţeleg inimile oamenilor, am dorit să cunosc de ce strălucesc stelele şi am încercat să pătrund în puterea pitagoreică a numărului, care se ţine deasupra tuturor. Am încercat să realizez cîte ceva din toate acestea, dar n-am reuşit prea mult...

(Bertrand Russell)

...Acelaşi fior, aceeaşi veneraţie şi acelaşi mister vin iarăşi şi iarăşi, cînd ne uităm suficient de profund la orice problemă. Cu cît cunoaşterea pătrunde mai adînc, cu atît ne aflăm tot mai înăuntrul minunatului mister. Niciodată nu ţinem seama că răspunsul ar putea fi dezamăgitor, ci răsturnăm cu plăcere şi cu încredere fiecare nouă piatră, pentru a găsi ciudăţenii neimaginate, care duc la întrebări şi mai minunate şi la uitare de sine; desigur, toate acestea constituie o mare aventură...

(Richard Feynman)

...În filozofia naturii, la fel ca în matematică, investigarea lucrurilor dificile prin metoda analitică trebuie să preceadă metoda sintetică. Analiza constă în a face experienţe şi observaţii şi a trage din ele, prin inducţie, concluzii generale, iar mai departe a nu admite nici o obiecţie asupra concluziilor, decît dacă obiecţiile se sprijină pe experienţă sau pe alte adevăruri sigure. Ipotezele nu trebuie luate în considerare în filozofia experimentală. Aceasta este metoda analitică. Metoda sintetică însă, constă în a admite cauzele descoperite şi stabilite ca principii şi cu ajutorul lor a explica fenomenele ce provin din ele şi a demonstra explicaţiile...

(Isaac Newton)

...Pentru a reuşi să transmiţi ştiinţa trebuie să fii tu însuţi creator de ştiinţă sau cel puţin să te străduieşti să fii...

(Costin D. Neniţescu)

Mici istorioare despre oameni mari

W. Heisenberg povesteşte că se afla o dată, împreună cu Dirac, pe un vapor şi călătorea din America în Japonia. Lui Heisenberg îi făcea plăcere să ia parte la viaţa de societate de pe vapor: mai ales participa în fiecare seară la dans. Lui Dirac nu-i prea plăcea dansul şi, de aceea, stătea pe scaun şi privea la dansatori. La un moment dat, după un dans, Heisenberg s-a aşezat lîngă Dirac, care l-a întrebat:

— Heisenberg, de ce dansezi?

Heisenberg a replicat:

— Cînd sînt fete drăguţe, e o plăcere să dansezi!

Dirac s-a gîndit multă vreme şi, într-un tîrziu, a zis:

— Heisenberg, cum ştii tu dinainte că fetele sînt drăguţe?

În 1985, cu ocazia decernării titlului de Doctor Honoris Causa al Universității din Roma lui Sir Nevill F. Mott, laureat al Premiului Nobel pentru fizică (1974), rectorul universității, profesorul Frova a ținut tradiționalul discurs „Laudatio", în care a arătat, în treacăt, că unele teorii ale savantului nu și-au găsit confirmarea experimentală de-a lungul anilor.

În discursul de răspuns N. F. Mott nu s-a lăsat mai prejos: „Unii filozofi susțin că știința înaintează nu atît prin ceea ce confirmă experiența, cît, mai ales, prin ceea ce infirmă ea. De aceea, cred că am contribuit la progresul științei în special prin elaborarea teoriilor care au fost infirmate de experiență".

Într-o zi, Polanyi, Dirac și Wigner luau masa împreună și discutau felurite probleme științifice, de societate. etc. Tot timpul Dirac n-a scos un cuvînt. Cînd să se despartă, Wigner l-a întrebat pe Dirac:

— Paul, tu de ce nu vorbești? Toți sînt interesați să cunoască și opinia ta!

Atunci, Dirac:

— Întotdeauna există mai multă lume care dorește să vorbească, decît lume dornică să asculte.

Carl Friedrich von Weizsäcker povestește:

„Mi-aduc aminte de o întîmplare de demult, din Copenhaga anilor '32, cînd Pauli luase mai mult zahăr decît considerau ceilalți că-i făcea bine. În legătura cu aceasta a izbucnit o adevărată dispută. Dirac a fost chemat să judece situația. După ce a expus cîteva considerații generale despre chestiunea în joc, a încheiat cu cuvintele:

— Cred că o bucată de zahăr este suficientă pentru Pauli.

Toată lumea a fost satisfăcută, iar apoi conversația și-a urmat cursul. După o vreme, pe cînd ceilalți trecuseră de mult la alte subiecte, Dirac a intervenit:

— Cred că o bucată de zahăr este suficientă pentru orice om!

Acum, evident, problema părea complet rezolvată. Dar, după încă o bucată de vreme, Dirac a comentat din nou:

— În definitiv, bănuiesc că cuburile de zahăr sînt astfel făcute, încît un singur cub să fie suficient pentru un om!"

Auzind că J. R. Oppenheimer scrie versuri, fizicianul P. A. M. Dirac și-a exprimat uimirea față de cele două preocupări atît de opuse (în aparență): fizica nucleară și poezia.

— . . . fiindcă, spunea el, omul de știință caută să exprime într-o formă clară ceva neștiut pînă atunci de nimeni, în timp ce poetul modern exprimă într-o formă neclară ceva știut de multă vreme.

Benjamin Franklin a lăsat următorul testament:

„Las 1 000 de lire locuitorilor orașului Boston. Primind această mie de lire, ei o vor încredința celor mai onorabili cetățeni ai urbei, iar aceștia, la rîndul lor, o vor împrumuta cu o dobîndă de 5% pe an tinerilor meseriași. Peste o sută de ani, această sumă va crește la 131 000 lire. Doresc ca, atunci, 100 000 lire să fie întrebuințate pentru construirea de clădiri publice, iar restul de 31 000 lire să fie date cu dobîndă de 5% pe următorii o sută de ani. După trecerea celui de-al doilea secol, suma va crește pînă la 4 061 000 lire, dintre care 1 061 000 lire le las la dispoziția locuitorilor Bostonului, iar 3 000 000 lire obștei din Massachussetts. Mai departe nu îndrăznesc să-mi împing planurile".

Dirac se plimba cu un prieten, Hulme, pe o stradă din Cambridge. Lui Hulme îi zdrăngănea ceva în buzunar și, ca tot omul, s-a scuzat:

— Iartă-mă, am o cutie cu cîteva aspirine în buzunar, fiindcă sînt răcit, așa că e firesc să facă zgomot!

După cîteva clipe de tăcere, Dirac a spus:

— Presupun că cutiuța va face maximum de zgomot cînd va fi numai pe jumătate plină.

Conferențiind asupra bazelor transmisiei prin unde radio, Nernst povestea că o dată el a avut onoarea să demonstreze cum se realizează transmisia prin radio împăratului și împărătesei Germaniei. Transmițătorul se afla în Institutul de Fizică, iar Nernst supraveghea transmisia, în care ei selecționaseră o înregistrare pe fonograf cu

un cîntec interpretat de vestitul tenor italian, Enrico Caruso. După transmisie, Nernst a fost chemat la castel. Împărăteasa l-a felicitat pentru frumoasa demonstrație, adăugînd:

— À propos, profesore, n-am știut că sînteți un cîntăreț atît de rafinat!

Igor Tamm (Premiul Nobel — 1958) se afla în Odesa în vremea în care bandele lui Mahno au ocupat orașul (1920). Tamm a fost arestat și dus în fața hatmanului cazacilor, care era îmbrăcat într-o haină scumpă de blană, era înfășurat cu benzi de mitralieră, iar la șold îi atîrnau grenade. Tătucu', nervos, s-a răstit la Tamm:

— Cîine, agitator roșu, pedeapsa ta e moartea!

— Eu sînt profesor la Universitatea din Odesa, a răspuns „calm" Tamm.

— Minți! Ce fel de profesor ești?

— De matematici!

— Matematici? a sărit hatmanul. Atunci, spune-mi care este eroarea care se face la întreruperea unei serii Mac-Laurin, la termenul de ordinul *n*? Dacă știi, ești liber! Dacă nu, vei fi împușcat!

Tamm nu și-a crezut urechilor. Problema ținea de o ramură specială a matematicilor superioare. Tremurînd ca varga, cu țeava pistolului în ceafă, a calculat soluția și i-a înmînat-o hatmanului.

— Corect! a zis acesta. Ești într-adevăr profesor! Șterge-o acasă!

Într-o zi, eminentului om de stat și filozof roman, Cato cel Bătrîn, un prieten i-a spus:

— Este scandalos că nu ți-au înălțat pînă acum o statuie la Roma! Voi institui un comitet în acest scop!

— Lasă, a răspuns Cato, prefer ca lumea să se întrebe de ce nu are Cato statuie la Roma, decît de ce are!

Cînd Niels Bohr a vizitat Institutul de Fizică al Academiei de Științe din Moscova, la întrebarea cum de a ajuns să realizeze o școală de fizicieni de primă mînă, a răspuns:

— Probabil deoarece nu m-am jenat niciodată să mărturisesc studenților mei că sînt nebun . . .!

Mai tîrziu, cînd E. M. Lifșiț a citit această frază dintr-o carte tradusă, ea suna astfel: „Probabil deoarece nu m-am jenat niciodată să declar studenților mei că sînt nebuni!"

Această frază a produs o vie reacție în rîndul auditoriului; atunci, Lifșiț, uitîndu-se din nou la text, și-a cerut scuze pentru greșeală.

P. L. Kapița însă, care stătea gînditor în sală, a remarcat că nu era un accident de exprimare. Fraza sintetiza care este principala diferență dintre școala de fizică a lui Bohr și cea a lui Landau (știut fiind că Lifșiț aparținea școlii lui Landau).

Millikan înființase societatea ATHENEUM (Institute Associates). La această societate, care servea în primul rînd la susținerea financiară a cercetărilor din institutul său, contra unei sume de 1 000 $ pe an fiecare membru avea dreptul să participe la cursuri, seminarii, conferințe ale savanților, dinee . . .

La primul dineu, Millikan l-a adus și pe Einstein, care venea de la Universitatea Princeton.

Einstein, care nu agrea formalismul (decît pe cel matematic) și detesta toaletele de gală, fiind mai fericit cînd se îmbrăca cu sweater-ul lui vechi și își sugea pipa, în barca sa cu pînze, a venit de data aceasta în ținuta convențională de ceremonie.

S-a întîmplat ca, în acea seară, vecinul lui Einstein să fie un mare om de afaceri din New York City, dr. Lear L. Watters. Odinioară, Watters fusese cercetător chimist, ba chiar își luase și doctoratul în chimie. S-au aprins havanele, au început toasturile. După un timp, Watters, simțind că în timpul speech-urilor Einstein s-a retras în sine, pentru a medita probabil asupra teoriilor cîmpului unificat, a scris repede o poezioară pe o bucată de hîrtie și i-a strecurat-o lui Einstein. Poezia suna astfel:

Deși pierdut printre străine fețe,
Cu lumea-n disonanță, n-am vreo vină,
Eu meditez la spații neterestre
Și mă desfăt cu o havană fină . . .

Se pare că lui Einstein i-a plăcut foarte mult catrenul, iar cei doi au devenit, de atunci încolo, prieteni.

Cum grano salis . . .

Matematicianul Paul du Bois Reymond a pierdut, la un moment dat, un manuscris. El a dat la ziar următorul anunț: „Pierdut manuscris complet lipsit de valoare pentru oricine! Aducătorului, bună recompensă!"

Fizicianul danez Niels Bohr se plimba prin Copenhaga cu un oaspete german. Acesta a observat cu mirare cît de des era salutat Bohr:

— Aici e cu totul altfel ca la noi! După cum văd, în Danemarca oamenii prețuiesc știința și îi tratează cu considerație pe reprezentanții ei!

La care Bohr a răspuns:

— Ah! Știți, domnule coleg, eu sînt și boxer amator!

Arnold Berliner, editorul revistei „Naturwissenschaften" l-a întrebat într-un rînd pe Einstein:

— Ce este un om de știință?

Einstein a dat din umeri.

— A, înțeleg, și-a răspuns tot editorul, este o încrucișare între mimoză și arici!

Unul dintre paradoxurile lui Bertrand Russell suna în felul următor: matematica poate fi definită ca o ramură a științei în care nu știm niciodată despre ce vorbim, așa cum nu știm nici dacă ceea ce spunem este adevărat.

Într-un loc, cîțiva colegi stăteau de vorbă despre fizicianul K. T. Compton. Cineva a spus că el ar fi trebuit să se numească $\frac{3}{2}kT$Compton.

— Nu, i s-a reproșat, Compton s-a însurat și astfel a pierdut un grad de libertate, devenind kTCompton.

Nu este suficient ca un măr să cadă din copac, ci este și necesar ca la rădăcina copacului să se afle . . . Newton.

O dată, Edison a fost întrebat:

— Ce credeți, este cazul să punem paratrăsnet pe biserica cea nouă?

— Neapărat, a răspuns Edison. Providența este uneori foarte distrată!

La întrebarea unuia dintre elevii săi, cum trebuie să se pregătească pentru examen, Arnold Sommerfeld a răspuns candidaților:

— Nu e greu! Pentru ca voi să nu aveți un calificativ mai mic decît „magna cum laudae", am eu grijă! Pentru ca nu cumva voi să deveniți prea buni, aveți, de-aici încolo, grijă voi!

Lui Nernst nu-i plăcea faptul că se introduc fel de fel de unități de măsură, multe dintre ele nu prea justificat. De aceea, cînd s-a introdus unitatea pentru frecvență, hertzul, a declarat, foarte nemulțumit:

— Propun ca pentru viteza de curgere de 1 l/s să alegem o nouă unitate: 1 Falstaff!

Paul Kirkpatrick relatează un incident din viața fizicianului H. A. Rowland, care, deși poate nu este adevărat, se potrivește totuși personalității lui Rowland.

Se pare că într-o împrejurare Rowland a fost chemat în fața instanței, pentru a depune mărturie ca expert științific. Pentru a se asigura de competența lui, un avocat l-a întrebat care era cel mai bun fizician american. Fără să ezite, Rowland a răspuns:

— Eu sînt acela!

Mai tîrziu, un prieten i-a reproșat în mod delicat lipsa lui de modestie. Răspunsul lui Rowland a fost prompt:

— Bine, dar ce era să fac? Mă aflam sub jurămînt!

Werner von Braun obișnuia să spună: „Cercetarea fundamentală este ceea ce fac eu cînd nu știu ceea ce fac".

H. Landolt caracteriza fizicianul, chimistul precum și pe fizico-chimist, profesie nou apărută pe vremea aceea, în modul următor: „Fizicianul lucrează cu metode bune, dar cu substanțe proaste, chimistul lucrează cu metode proaste, dar cu substanțe bune, iar fizico-chimistul lucrează cu metode proaste și cu substanțe proaste".

Modestia lui D'Alembert era proverbială. Într-o zi, cînd urma să demonstreze studenților propria lui teoremă, își începu astfel cursul:

— Iar acum vom trece la teorema al cărei nume am onoarea să-l port!

Lordul Kelvin spunea că sistemul de măsură englez ar putea fi cel mai stupid din lume, dacă n-ar exista și sistemul monetar englez.

Fizicianul Jean Norin, preocupat să-și folosească din plin timpul de lucru, spunea: „Cei care mă vizitează îmi fac cinste, iar cei care nu mă vizitează îmi fac plăcere!“

BIBLIOGRAFIE

1. Niels Bohr, *Fizica atomică și cunoașterea umană* (trad. din limba engleză), Edit. Științifică, București, 1969.
2. Louis de Broglie, *Certitudinile și incertitudinile științei* (trad. din limba franceză), Edit. Politică, București, 1980.
3. Albert Einstein, Léopold Infeld, *L'évolution des idées en physique*, Flammarion, Paris, 1938.
4. E. Farber, *Nobel Prize Winners in Chemistry (1901—1950)*, Edit. Abelard-Schuman, 1953.
5. George Gamow, *Biografia fizicii* (trad. din limba engleză), Edit. Științifică, București, 1971.
6. George Gamow, *30 de ani care au zguduit fizica* (trad. din limba engleză), Edit. Științifică, București, 1969.
7. Niels H. de V. Heathcote, *Nobel Prize Winners in Physics (1901—1950)*, Edit. Henry Schuman, 1953.
8. Benesh Hoffmann, *Ciudata poveste a cuantei* (trad. din limba engleză), Edit. Științifică, București, 1970.
9. Leopold Infeld, *Noile căi ale științei* (trad. din limba polonă), Edit. Științifică, București, 1960.
10. P. L. Kapița, *Experiment, teorie, practică* (trad. din limba rusă), Edit. Politică, București, 1981.
11. B. M. Kedrov, *Texte selectate* (trad. din limba rusă), Edit. Politică, București, 1984.
12. Max von Laue, *Istoria fizicii* (traducere din limba germană), Edit. Științifică, București, 1965.
13. Antoine Laurent de Lavoisier, *Pages choisis*, Edit. Sociales, Paris, 1974.
14. George Lăzărescu, *Galileo Galilei, dialog cu planetele*, Edit. Albatros, București, 1982.
15. Henry S. Lipson, *Experiențe epocale în fizică* (trad. din limba engleză), Edit. Enciclopedică Română, București, 1973.
16. Joseph Needham, *Science and Civilisation in China*, vol. IV, 1; 2, Cambridge University Press, 1977.

17. C. F. A. Pantin, *Raporturile dintre științe* (trad. din limba engleză), Edit. Enciclopedică Română, București, 1972.
18. R. E. Peierls, *Legile naturii* (trad. din limba engleză), Edit. Științifică, București, 1963.
19. I. G. Perel, *Dezvoltarea concepțiilor despre univers* (trad. din limba rusă), Edit. Științifică, București, 1964.
20. I. C. Poggendorf, *Histoire de la physique*, Dunod, Paris, 1883.
21. Ștefan Procopiu, *Perpetuum mobile și principiile energiei*, Edit. Minerva, București, 1919.
22. J. L. Rigel, *Timpul și gîndirea fizică contemporană* (trad. din limba franceză), Edit. Enciclopedică Română, București, 1972.
23. René Taton, *Causalités et accidents de la découverte scientifique*, Masson et Cie, Paris, 1955.
24. * * * Colecția revistei „Bild und Wiessenschaft" (1970—1986).
25. * * * Colecția revistei „Endeavour" (1950—1986).
26. * * * Colecția revistei „Engineering and Science" (1975—1986).
27. * * * Colecția revistei „Kvant" (1970—1986).
28. * * * Colecția revistei „New Scientist" (1973—1986).
29. * * * Colecția revistei „Physics Today" (1960—1980).
30. * * * Colecția revistei „Physikalische Blätter" (1936—1950).
31. * * * Colecția revistei „La Recherche" (1971—1986).
32. * * * Colecția revistei „Scientific American" (1950—1985).
33. * * * *Concepții asupra dezvoltării științei*, Edit. Politică, București, 1978.
34. * * * *Die berühmten Erfinder (physiker und ingenieure)*, Aulis Verlag Deubner et Co., Köln, 1960.
35. * * * *Istoria generală a științei* (sub redacția lui René Taton) (trad. din limba franceză), vol. I, 1970, vol. II, 1971, vol. III, 1972, Edit. Științifică; vol. IV, 1976, Edit. Științifică și Enciclopedică.

CUPRINS